



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y**  
**VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGROPECUARIA**

### **TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

### **INGENIERO AGROPECUARIO**

#### **TEMA:**

Incidencia de nematodos fitoparásitos y prácticas asociadas a su manejo en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.) en el cantón Pueblo Viejo.

#### **AUTOR:**

Freddy Jeremy Cedeño García.

#### **TUTORA:**

Ing. Agr. Emma Dorila Lombeida García, Ph.D.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

# INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO.....	II
ÍNDICE DE TABLAS .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT .....	VIII
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Contextualización de la situación problemática.....	1
1.1.1 Contexto Internacional .....	1
1.1.2 Contexto Nacional.....	1
1.1.3 Contexto Local .....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos de investigación .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Hipótesis .....	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes .....	5
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1. Generalidades del cultivo de banano.....	6
2.2.2. Morfología del banano .....	6
2.2.3. Importancia del cultivo de banano .....	7
2.2.4. Nematodos fitoparásitos en el cultivo de banano .....	9

2.2.5. Practicas asociadas al manejo de nematodos en el cultivo de banano .....	11
CAPITULO III. METODOLOGÍA .....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Operacionalización de variables. ....	13
3.3. Población y muestra.....	14
3.4. Técnicas e instrumento de medición .....	15
3.4.1. Técnicas .....	15
3.4.2. Instrumentos.....	15
3.5. Procesamiento de datos .....	15
3.5.1. Datos evaluar .....	15
3.6. Aspectos éticos .....	17
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1. Resultados .....	19
4.1.1. Nematodos asociados al cultivo de banano .....	19
4.1.2. Niveles de infestación de nematodos en raíces y suelo de banano .....	21
4.1.3. Prácticas asociadas al manejo de nematodos en banano .....	24
4.2. Discusión.....	38
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1. Conclusiones.....	40
5.2. Recomendaciones.....	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	13
Tabla 2. Datos y coordenadas geográficas de las muestras colectadas .....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de participación en la superficie cosechada de banano 2022. .....	9
Figura 2. <i>R. similis</i> .....	52
Figura 3. Cormo de banano afectado por nematodos .....	52
Figura 4. <i>Helicotylenchus</i> .....	53
Figura 5. <i>Meloidogyne spp.</i> .....	53
Figura 6. Géneros de nematodos fitoparasitos en raíces de banano en 10 fincas de Pueblo Viejo .....	19
Figura 7. Géneros de nematodos fitoparasitos en suelo de banano en el cantón Pueblo Viejo. ....	20
Figura 8. Densidad poblacional de nematodos por genero .....	21
Figura 9. Comportamiento de la densidad poblacional de nematodos del género <i>R. similis</i> en 100 g/suelo y 10 g/raíces en diez fincas evaluadas. ....	22
Figura 10. Comportamiento de la densidad poblacional de nematodos del género <i>Helicotylenchus</i> en 100 g de muestras de suelo y por 10 g de raíces en diez fincas bananeras evaluadas. ....	23
Figura 11. Comportamiento de la densidad poblacional de nematodos del género <i>Meloidogyne</i> en 100 g de muestras de suelo y en 10 g de raíces en diez fincas evaluadas. ....	24
Figura 12. Nivel de instrucción.....	25
Figura 13. Principal método que utiliza para la preparación del suelo .....	26
Figura 14. Estrategias que utiliza para el manejo de plagas en su cultivo de banano .....	27
Figura 15. Realiza algún tipo de análisis de suelo o foliar.....	28

Figura 16. Tipo y frecuencia del manejo de riego en banano.....	29
Figura 17. Frecuencia de Fertilización .....	30
Figura 18. Frecuencia que aplicación de nematicidas químicos .....	31
Figura 19. Tipo de nematicida que utiliza con mayor frecuencia .....	32
Figura 20. Análisis de suelo para la detección de nematodos .....	33
Figura 21. Implementación de técnica biológica para el manejo de nematodos en su finca .....	34
Figura 22. Fuentes de información utiliza para aprender sobre el manejo de nematodos.....	35
Figura 23. Ha tenido capacitación sobre el manejo de nematodos.....	36
Figura 24. Utiliza prácticas culturales .....	37
Figura 25. Cuál es el principal desafío que enfrenta en el manejo de nematodos	38

## RESUMEN

El banano es un producto esencial para los países en desarrollo, con un gran impacto económico, social, ambiental y político, la industria bananera es crucial para la economía de muchos países exportadores, especialmente en Latinoamérica y el Caribe, en Ecuador la superficie cosechada de banano aumentó el 2,1 % en el 2022, los nematodos fitoparásitos causan daños significativos en el sistema radicular del banano, el nematodo *Radopholus similis* puede provocar pérdidas de rendimiento hasta del 100 % en los cultivos de banano y plátano, otros nematodos asociados a las raíces del banano en Ecuador son *Helicotylenchus* spp, *Meloidogyne* spp, y *Pratylenchus* spp. El objetivo principal fue evaluar la incidencia de nematodos fitoparásitos y las prácticas asociadas a su manejo en el cultivo de banano en el cantón Pueblo Viejo. La metodología incluyó la investigación cuantitativa y cualitativa con datos originados de campo y laboratorio siendo un tipo de investigación de campo y no experimental. A partir de los cuales se encontró que *R. similis* fue el nematodo más común, los productores tienen conocimiento limitado sobre los nematodos y su control, el uso de químicos es la práctica más común, a pesar de sus efectos negativos, por lo que se concluye que la evaluación realizada nos lleva a recomendar la implementación de Manejo Integrado de Plagas (MIP) para reducir las poblaciones de nematodos y minimizar el impacto ambiental, ofrecer programas de capacitación a los productores sobre nematodos y técnicas de manejo efectivas, fomentar la investigación en variedades de banano resistentes y el uso de microorganismos benéficos.

**Palabras claves:** Banano, cultivo, Incidencia, nematodos, Pueblo Viejo.

## ABSTRACT

Bananas are an essential product for developing countries, with a great economic, social, environmental and political impact, the banana industry is crucial for the economy of many exporting countries, especially in Latin America and the Caribbean, in Ecuador the harvested area of banana increased 2.1 % in 2022, phytoparasitic nematodes cause significant damage to the banana root system, the nematode *Radopholus similis* can cause yield losses of up to 100 % in banana and plantain crops, other nematodes associated with Banana roots in Ecuador are *Helicotylenchus* spp, *Meloidogyne* spp, and *Pratylenchus* spp. The main objective was to evaluate the incidence of phytoparasitic nematodes and the practices associated with their management in banana cultivation in the Pueblo Viejo canton. The methodology included quantitative and qualitative research with data originating from the field and laboratory, being a type of field and non-experimental research. From which it was found that *R. similis* was the most common nematode, producers have limited knowledge about nematodes and their control, the use of chemicals is the most common practice, despite its negative effects, so it is concludes that the evaluation carried out leads us to recommend the implementation of Integrated Pest Management (IPM) to reduce nematode populations and minimize environmental impact, offer training programs to producers on nematodes and effective management techniques, promote research in resistant banana varieties and the use of beneficial microorganisms.

**Keywords:** Banana, cultivation, Incidence, nematodes, Pueblo Viejo



# CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Contextualización de la situación problemática

### 1.1.1 Contexto Internacional

El banano (*Musa x paradisiaca* L.) es un producto de consumo esencial para los países en desarrollo, equiparable en importancia al trigo, arroz y maíz, su impacto se extiende a dimensiones económicas, sociales, ambientales y políticas. La industria bananera es crucial para la economía de muchos países exportadores, especialmente en Latinoamérica y el Caribe, debido a su capacidad de generar ingresos y empleo, además, contribuye significativamente al crecimiento económico a través de la generación de divisas y el equilibrio de la balanza comercial, además de favorecer la estabilidad social al proporcionar empleo a una amplia parte de la población (Vera 2021).

### 1.1.2 Contexto Nacional

En 2022, la superficie cosechada de banano en el país alcanzó 167 544 hectáreas, un aumento del 2,1 % respecto a 2021. La mayor parte de la producción destinada a la exportación se concentra en la Región Costa, específicamente en las provincias de Los Ríos, Guayas y El Oro, que abarcan el 91,2 % del área cultivada, la Región Sierra contribuye con el 8,8 % restante. Este crecimiento refleja la expansión y fortalecimiento de la industria bananera en estas áreas clave, subrayando la importancia del sector bananero para la economía agrícola nacional (IpiALES y Cuichán 2023).

Los nematodos fitoparásitos son organismos multicelulares microscópicos, causando daños significativos en el sistema radicular de la planta, interfiriendo con la absorción de nutrientes y agua, lo que reduce el crecimiento, debilitando la estructura de la planta e incrementando su vulnerabilidad a otras enfermedades y plagas, provocando pérdidas significativas en los cultivos agrícolas (Mayra *et al.* 2019).

*R. similis*, se trata de un nematodo fitoparásito que puede provocar pérdidas de rendimiento de entre el 20 % y el 100 %. Este organismo se alimenta de raíces y

cormos de banano y plátano, causando lesiones de color rojo vinoso en las raíces, las cuales se necrosan, afectando negativamente el crecimiento y desarrollo de estos cultivos. El principal medio de diseminación de este nematodo a nivel mundial es el intercambio de material de siembra infectado, dado que estas musáceas se propagan tradicionalmente de manera asexual mediante colinos o cepas, este fitonematodo se caracteriza por su capacidad para penetrar y movilizarse dentro de las células de raíces y cormos (Cando 2019).

### **1.1.3 Contexto Local**

En nuestro país, otros nematodos que también están asociados con las raíces de banano son *R. similis*, *Helicotylenchus* spp y *Meloidogyne* spp, el banano es una parte crucial de la economía del país y genera importantes ingresos y empleo. La provincia de Los Ríos lidera la producción de banano a nivel nacional. Sin embargo, la presencia de nematodos plantea un desafío importante, el monitoreo regular del cultivo de banano permite la detección temprana de infestaciones de nematodos, lo que facilita intervenciones oportunas para prevenir daños irreversibles. Esto implica cuantificar la densidad de población de nematodos, evaluar los niveles de daño y ajustar las estrategias de control para mantener las poblaciones de nematodos en niveles no dañinos. El monitoreo regular también ayuda a identificar áreas infestadas y previene la propagación de nematodos a través de material infectado.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Los nematodos son responsables de diversos problemas fitosanitarios en cultivos a nivel mundial, ocasionando daños significativos en las plantas, tales como pudrición y formación de agallas en las raíces, así como el volcamiento de las plantas, estos efectos reducen considerablemente la producción y afectan negativamente la economía de los productores de banano, dentro estos nematodos, se conocen especies endoparásitas migratorias, como *R. similis*, y especies endoparásitas sedentarias como *Meloidogyne* spp (Ruiz 2021).

Estudios demuestran que, desde una perspectiva biológica y en función del huésped, *Helicotylenchus* spp. tiene un hábito alimenticio que es tanto ectoparásito como semi-endoparásito de las raíces, este comportamiento reduce la producción

de musáceas entre un 19 y un 34 %, y se le considera la segunda especie más importante que afecta al cultivo del banano, las hembras tienen la vulva ubicada detrás del punto medio del cuerpo. La cola es redondeada o casi puntiaguda, con una proyección ventral corta. El cuerpo se arquea o forma una espiral en reposo. La región labial es redondeada o truncada en la parte anterior, y el estilete es moderadamente largo (Rea 2020).

En consideración a estos factores es de gran importancia estudiar la incidencia de dichos agentes, para saber cuáles serían los métodos a emplear, ya que de esta manera podremos reducir su presencia y con ello el daño en las bananeras del Cantón, también, podemos saber que practicas se deberían combinar para poder utilizar el mejor método para su control sin alterar el entorno de desarrollo del cultivar.

### **1.3. Justificación**

Este estudio destaca la importancia de estudiar el daño causado por los principales nematodos en los cultivos de banano, destacando la falta de conocimiento sobre su control, debido a su desconocimiento estos nematodos se alimentan de las raíces de las plantas, provocando la pérdida de estabilidad y vigor, y afectando negativamente la asimilación de nutrientes, la importancia de realizar esta investigación debido a su contribución a la identificación de los nematodos asociados en el banano y de esta manera realizar un manejo adecuado para disminuir la población de nematodos.

En muchas ocasiones se suele confundir o malinterpretar el estado fisiológico de las plantas ya que confundimos el ataque de nematodos con deficiencias de minerales en el suelo, mala nutrición foliar, exceso de agua e incluso intoxicación, por tanto estos resultados obtenidos en las diferentes bananeras proporcionará datos detallados sobre la incidencia de los nematodos en el desarrollo y producción de las plantaciones de banano, beneficiando directamente a los bananeros del cantón Pueblo Viejo al determinar el método de control más eficaz, ya que, este cantón contribuye de forma importante a la producción bananera del Ecuador, misma actividad que genera fuertes ingresos económicos, y muchas plazas de trabajo para la sociedad.

## **1.4. Objetivos de investigación**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la Incidencia de nematodos fitoparásitos y prácticas asociadas a su manejo en el cultivo de banano en el cantón Pueblo Viejo.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar los géneros de nematodos fitoparásitos más frecuentemente asociados al cultivo de banano en el cantón Pueblo Viejo.
- Establecer los niveles de infestación en raíces y suelo de los principales nematodos asociados al cultivo de banano
- Distinguir las prácticas asociadas al manejo de nematodos fitoparásitos en fincas productoras de banano en Pueblo Viejo.

## **1.5. Hipótesis**

**H0:** Las prácticas de manejo aplicadas en el cultivo de banano no tienen un efecto significativo en la incidencia de nematodos fitoparásitos.

**H1:** Las prácticas de manejo aplicadas en el cultivo de banano tienen un efecto significativo en la reducción de la incidencia de nematodos fitoparásitos.

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Las plantaciones de banano a nivel mundial se encuentran actualmente bajo una presión fitosanitaria considerable debido a la infestación por el nematodo barrenador *R. similis*, este patógeno nematodo ha ocasionado una disminución significativa en la productividad, manifestándose en una reducción de la calidad del fruto y en bajos rendimientos por hectárea, consecuentemente, se han registrado pérdidas económicas cuantiosas para los productores bananeros, alcanzando hasta un 20 % de disminución en la producción (Acosta 2021).

*R. similis*, constituye uno de los principales agentes fitopatógenos que afectan la productividad de los cultivos de banano, al alimentarse de las raíces, este nematodo compromete severamente la fisiología de la planta, limitando la absorción de agua y nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo, además, al dañar el sistema radicular, se reduce la capacidad de anclaje de la planta en el suelo, favoreciendo su volcamiento y muerte (Santillán 2022).

Los nematodos *Pratylenchus* spp. constituyen una de las principales limitaciones nematológicas en la producción agrícola a nivel mundial, su amplia gama de hospederos y su distribución cosmopolita los convierten en una amenaza constante para numerosos cultivos de importancia económica, las pérdidas asociadas a las infestaciones por *Pratylenchus* spp son significativas, impactando negativamente la productividad y la rentabilidad de los sistemas agrícolas (Crespo 2019).

El cultivo del banano, principalmente de la variedad Cavendish, ocupa una superficie de 194 259 hectáreas en Ecuador, posicionándose como el cuarto cultivo agrícola de mayor relevancia económica en el país, esta especie frutícola, de amplia distribución en regiones tropicales, constituye un pilar fundamental para la economía ecuatoriana y de numerosas naciones en desarrollo, ocupando el cuarto lugar entre los principales productos alimentarios a nivel mundial, después del maíz, el arroz y el trigo (Acosta 2021).

Los nematodos fitoparásitos, especialmente *R. similis*., representan la principal amenaza para los cultivos en las regiones de Centroamérica y el Caribe, este patógeno nematodo causa daños severos al sistema radicular de las plantas, lo que resulta en su debilitamiento y, eventualmente, en su volcamiento, la gravedad de este problema se acentúa en etapas fenológicas avanzadas, como la floración y fructificación, impactando significativamente la productividad y la estabilidad de los cultivos (Santillán 2022).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Generalidades del cultivo de banano**

El banano, o *Musa paradisiaca* L., es una fruta carnosa clasificada botánicamente como una baya falsa, su composición nutricional, rica en azúcares reductores (sacarosa, fructosa, glucosa) y en minerales como el potasio, así como su contenido en vitamina B6, lo posiciona como un alimento de alto valor energético, se distribuye a nivel mundial en más de 130 países, concentrándose principalmente en regiones intertropicales con suelos fértiles, en Ecuador, los principales cultivos bananeros se ubican en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro y Esmeraldas (Mariscal 2020).

El proceso de domesticación de la *Musa paradisiaca* L. se inició en el Sudeste Asiático, en regiones como Malasia e Indonesia, hace varios siglos, posteriormente, su cultivo se expandió a otras partes del mundo gracias a las migraciones humanas y a los intercambios comerciales, en la actualidad, el plátano se cultiva en diversas regiones tropicales y subtropicales, donde la variedad Cavendish se ha posicionado como la más importante a nivel comercial (Vera 2022).

### **2.2.2. Morfología del banano**

**Raíz.** El sistema radicular es un componente esencial para la supervivencia y el crecimiento de las plantas de plátano, este sistema, conformado por raíces primarias y adventicias, desempeña un papel crucial en la absorción de agua y nutrientes del suelo, siendo el principal órgano de anclaje de la planta, las raíces primarias, originadas en el rizoma, y las raíces secundarias y terciarias, derivadas de las primarias, trabajan en conjunto para garantizar un suministro continuo de recursos. (Medina 2020).

**Pseudotallo.** Morfológicamente, el pseudotallo del plátano se caracteriza por su estructura cilíndrica y su crecimiento vertical., en su interior, se encuentra el tallo floral, formado por nudos y entrenudos, que sostiene la inflorescencia, externamente, el pseudotallo está recubierto por numerosas vainas foliares dispuestas en una filotaxia helicoidal, el desarrollo del pseudotallo se inicia a partir del cormo, y su tamaño final varía según las condiciones ambientales y genéticas, oscilando entre 3 y 5 metros de altura y 40 y 60 centímetros de diámetro. (Delgado 2019).

**Hojas.** Las hojas de la planta de plátano presentan una morfología característica, siendo lisas y de textura tierna. Su ápice es truncado y la base redondeada, con una tendencia a la fragmentación a lo largo de las nervaduras principales. Estas nervaduras, dispuestas de manera vertical y extendida por toda la lámina foliar, confieren a la hoja un aspecto irregular. Cada planta suele poseer entre 5 y 15 hojas funcionales, con un mínimo de 10 para considerarla adulta. La vida útil de una hoja es relativamente corta, no superando los dos meses. Su desarrollo se inicia en el interior del pseudotallo, emergiendo en forma de espiral y alcanzando dimensiones considerables, con longitudes de 2 a 4 metros y anchos de hasta 1,5 metros (Duque *et al.* 2019).

**Fruto.** El desarrollo del fruto partenocárpico del plátano se inicia en los ovarios de las flores pistiladas, a medida que los nódulos del racimo se desarrollan, las paredes del ovario experimentan una transformación histológica, dando origen a una masa parenquimatosa rica en azúcares y almidón, este proceso culmina en la formación de un fruto sin semillas, cuyo tamaño, determinado por factores ambientales y el tiempo de desarrollo del racimo, oscila entre 38 y 46 milímetros de calibre al momento de la cosecha en su madurez fisiológica (Delgado 2019).

### **2.2.3. Importancia del cultivo de banano**

En enero de 2020, el sector experimentó un inicio prometedor, con la exportación de 37,6 millones de cajas, superando las cifras del año anterior, la Asociación de Exportadores de Banano de Ecuador (AEBE) informó que hasta finales de noviembre de 2019 se habían enviado 32,7 millones de cajas, mientras que en

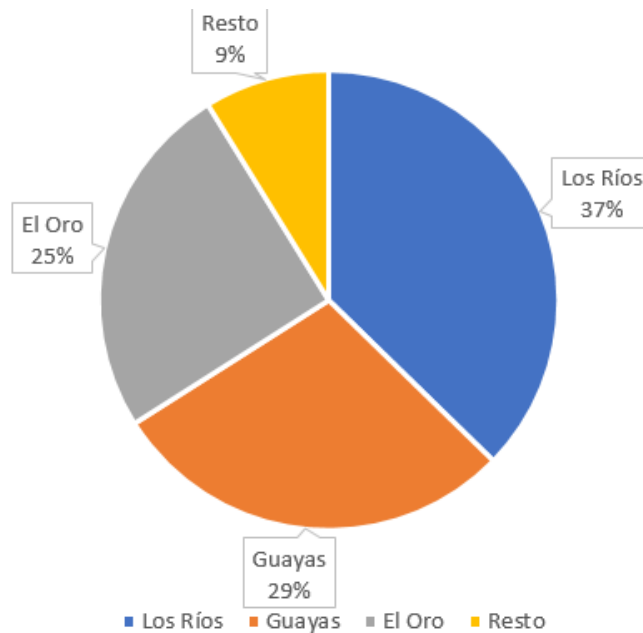
2018 fueron 31,4 millones, Richard Salazar, director de Acorbanec, explicó que debido al impacto del COVID-19, las exportaciones comenzaron a disminuir, registrándose 33,6 millones de cajas en febrero y 33 millones en marzo (Mariscal 2020).

La producción bananera ecuatoriana, orientada principalmente a la exportación, se encuentra sujeta a rigurosos estándares de calidad impositiva por los mercados internacionales, estos estándares establecen criterios específicos en cuanto a la apariencia del fruto, como la curvatura, el tamaño, el grosor, el peso y la ausencia de defectos superficiales, el incumplimiento de estos requisitos conlleva el descarte del producto, lo que subraya la importancia de mantener una calidad uniforme a lo largo de toda la cadena de producción y comercialización (Meza 2022).

La industria bananera constituye un pilar fundamental en las economías de América Latina y el Caribe, desempeñando un papel preponderante tanto en la generación de divisas como en la seguridad alimentaria regional, esta actividad agrícola no solo representa una fuente significativa de ingresos para los países productores, sino que también contribuye a garantizar el acceso a alimentos básicos para amplios sectores de la población, ejerciendo así un impacto socioeconómico de gran relevancia (Litardo 2023).

La producción bananera ecuatoriana se concentra principalmente en tres provincias, El Oro, Guayas y Los Ríos, la industria bananera cuenta con un total de 9 000 productores, de los cuales 8 500 son clasificados como pequeños y medianos bananeros, estas provincias albergan aproximadamente el 93 % de la producción nacional, siendo El Oro la que concentra el mayor porcentaje de pequeños productores con alrededor del 42 %, mientras que las provincias de Guayas y Los Ríos concentran la mayor parte de la producción de grandes empresas bananeras (Ramírez 2023).





**Figura 1.** Porcentaje de participación en la superficie cosechada de banano 2022.

**Fuente:** ESPAC (2022).

#### 2.2.4. Nematodos fitoparásitos en el cultivo de banano

##### *R. similis*

El nematodo *R. similis*. es un nematodo fitoparásito que causa graves daños en cultivos como el banano, este organismo, con una longitud promedio de 0,5 a 0,8 mm, penetra las raíces y se alimenta de los tejidos vegetales, lo que provoca la formación de lesiones y reduce la absorción de agua y nutrientes, su ciclo de vida, que se completa en aproximadamente un mes bajo condiciones óptimas, siempre y cuando la temperatura ambiental oscila de 24 a 30 °C se caracteriza por una rápida multiplicación dentro de las raíces, lo que agrava los síntomas de la enfermedad y dificulta su control (Medina 2020).

*R. similis* es un nematodo endoparásito que se alimenta de las células corticales de las raíces y del cormo, provocando necrosis celular y la formación de cavidades, mediante la acción de su estilete, perfora las paredes celulares y extrae el contenido citoplasmático, lo que desencadena una serie de reacciones patogénicas que culminan en la formación de lesiones necróticas de color marrón-rojizo, estas lesiones comprometen la integridad del sistema radicular, afectando negativamente la absorción de agua y nutrientes, y reduciendo significativamente el vigor y el

rendimiento de las plantas infectadas (Solis y Goyes 2023).

### ***Helicotylenchus* spp**

*Helicotylenchus* spp. presenta un complejo comportamiento alimentario, combinando fases ectoparasitarias y semi-endoparasitarias en el sistema radicular de sus hospederos, esta estrategia trófica, junto con su amplia distribución geográfica, lo convierte en uno de los principales nematodos fitoparásitos de las musáceas, la presencia de este género nematódico causa pérdidas económicas significativas en la producción de banano y plátano, reduciendo el rendimiento de los cultivos entre un 19 % y un 34 % (Monar 2020).

*Helicotylenchus* spp. es un nematodo fitoparásito que causa daños severos en el sistema radicular de las musáceas, afectando significativamente su crecimiento y desarrollo, la alimentación de estos nematodos en las raíces provoca la formación de lesiones necróticas, lo que reduce la superficie de absorción y compromete la eficiencia en la captación de agua y nutrientes, como consecuencia, las plantas infectadas presentan síntomas de clorosis, marchitamiento y reducción del tamaño de los frutos, lo que se traduce en una disminución en la calidad y cantidad de la producción (Medina 2020).

*Helicotylenchus* spp., un nematodo ectoparásito de amplia distribución en rizósfera de plátano, se alimenta de las células corticales de las raíces mediante su estilete, sin penetrar profundamente en los tejidos, esta alimentación especializada induce la formación de lesiones necróticas de color marrón oscuro a negro en la epidermis radicular, sin afectar significativamente el parénquima cortical, a pesar de que los síntomas externos pueden ser leves o incluso ausentes, la actividad de estos nematodos compromete la fisiología de la planta, afectando su crecimiento y desarrollo (López 2022).

### ***Meloidogyne* spp**

*Meloidogyne* spp. es un género de nematodos fitoparásitos de amplia distribución geográfica y un amplio rango de hospederos, su capacidad para infectar una gran variedad de cultivos, especialmente en regiones tropicales y

subtropicales, lo convierte en uno de los principales patógenos de las plantas cultivadas, la formación de agallas en las raíces, como consecuencia de la alimentación de estos nematodos, provoca una reducción en el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que se traduce en pérdidas económicas significativas en la producción agrícola (Mendoza *et al.* 2019).

El ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. se inicia con la invasión de las raíces por juveniles, los cuales inducen la formación de células gigantes en las que se alimentan y desarrollan, las hembras adultas, de forma piriforme, permanecen sedentarias dentro de las raíces, mientras que los machos son de vida libre la alimentación de estos nematodos causa daños severos en el sistema radicular, lo que se traduce en una disminución en la absorción de agua y nutrientes, y en la aparición de síntomas como marchitamiento y clorosis (Ruiz 2021).

*Meloidogyne* spp. es reconocido como uno de los nematodos fitoparásitos más dañinos a nivel mundial debido a su amplio rango de hospederos y su capacidad para inducir la formación de agallas en las raíces, esta condición patogénica, caracterizada por la hipertrofia e hiperplasia celular, compromete significativamente la fisiología de la planta, afectando su crecimiento, alteración del desarrollo y productividad, lo que genera pérdidas económicas considerables en diversos cultivos, especialmente en regiones tropicales y subtropicales. (Mendoza *et.al.* 2019).

#### **2.2.5. Prácticas asociadas al manejo de nematodos en el cultivo de banano**

Dentro del manejo integrado de *Meloidogyne* spp. en cultivos de plátano involucra un conjunto de prácticas culturales destinadas a reducir las poblaciones de estos nematodos en el suelo, entre estas prácticas culturales se encuentran la rotación de cultivos, la solarización del suelo, la aplicación de enmiendas orgánicas y la selección de material de siembra sano, o material que haya sido modificado genéticamente para ser resistente al ataque de nematodos, estas estrategias, al ser implementadas de manera conjunta, contribuirán a disminuir la presión de inoculación y a mejorar la salud del suelo (Quinchiguano 2023).

Los nematicidas son productos fitosanitarios diseñados para el control de nematodos fitoparásitos, su aplicación, fundamentada en criterios técnicos y siguiendo las recomendaciones del fabricante, es fundamental para garantizar su eficacia y minimizar los riesgos asociados a su uso, un manejo inadecuado de estos productos puede generar problemas de fitotoxicidad, resistencia de los nematodos y contaminación ambiental (Sánchez 2022).

Si bien los nematicidas químicos han sido utilizados habitualmente para el control de nematodos, su costo y los riesgos ambientales asociados han impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles, entre estos destacan el empleo de cultivares resistentes, seleccionados por su tolerancia a especies específicas de nematodos; la solarización del suelo, una técnica física que aprovecha la energía solar para inactivar patógenos; y la biofumigación, que consiste en incorporar al suelo plantas que liberan compuestos biocidas durante su análisis, asimismo, el control biológico, basado en la utilización de microorganismos antagonistas, representa una estrategia prometedora para reducir las poblaciones de nematodos en los agroecosistemas (Mosquera 2023).

Los nematicidas químicos constituyen una alternativa para el control de nematodos, sin embargo, su uso plantea diversos desafíos, estos productos, a menudo altamente tóxicos para organismos sin objetivo, requieren de una aplicación precisa y cuidadosa para minimizar los riesgos ambientales, además, su costo elevado y la necesidad de aplicaciones repetidas los convierten en una opción poco sostenible a largo plazo, entre los nematicidas químicos más utilizados se encuentran los carbamatos (carbofurano, oxamilo) y los organofosforados (terbufos, etofos, fenamifos, cadusafos) (Quinchiguano 2023).

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

De acuerdo con la característica de este estudio, la modalidad de investigación cuantitativa y cualitativa con datos originados de campo y laboratorio siendo un tipo de investigación de campo y no experimental. No se utilizó ningún diseño experimental para la obtención de los datos.

Al ser un trabajo con estadística inferencial se utilizó el software InfoStat versión 2020, con el fin de tabular los resultados obtenidos.

### 3.2. Operacionalización de variables.

**Tabla 1.** Operacionalización de variables.

	Tipo de variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
<b>Independiente</b>	Factores ambientales, prácticas agronómicas y ubicación geográfica	Conteo de poblaciones de nematodos presentes en muestras de suelos y raíces en zonas bananeras en Pueblo Viejo.	-Ubicación -Identificación de géneros. -Muestreo en suelos. -Escala de valoración	Sector muestreo -Género por muestra -Juveniles por 100 gr de suelo -Juveniles de 10 g de raíces.	Cuantitativa y cualitativa	GPS computadora
<b>Dependiente</b>	Daños provocados por las poblaciones de nematodos.	Poblaciones de nematodos que afectan las plantaciones bananeras.	Juveniles por gramo de suelo y raíces	Juveniles por localidad.	Cuantitativo	Estereomicroscopio

### 3.3. Población y muestra

**Población.** En el cantón Pueblo Viejo existen 60 productores de banano, en el que se realizó las encuestas en las fincas de acuerdo al tamaño de la muestra.

$$n_0 = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 p q}{d^2} \quad n_i = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Dónde:

$n_i$  = tamaño de muestra con corrección para población finita ( $i=1; 2; 3$ ;

$N$ : tamaño de la población.

$n_0$ = tamaño de muestra preliminar.

$p$ = proporción de éxito en el análisis que se realiza.

$q$ = proporción de no éxito en el análisis que se realiza.

Como los valores de  $p$  y  $q$  son desconocidos, se asumió que el valor máximo de ambos es 0,5 (50 %).

Se puede asumir un nivel de confianza de 95 %, en este caso  $Z_{1-\alpha/2} = Z_{0,975}$

= 1,96 (Tabla de frecuencias).

$d$ : márgenes de errores menores del 10 %, para todos los escenarios. Donde  $n_0 = 25,21$

Donde  $n_1 = 10,07$  sitios de muestreo

**Muestra.** El tamaño de la muestra se definió aplicando la fórmula propuesta por Fisher. Los criterios definidos para la selección de los productores fueron, tener años de experiencia en el manejo de producir banano, contar con áreas establecidas con el cultivo desde 1 ha hasta 200 ha, el número seleccionado de haciendas fue de 10. Los aspectos importantes que se abordaron en la encuesta fueron.

- Datos generales

- Manejo agronómico del cultivo
- Información del área de siembra
- Aspectos fitosanitarios
- Conocimiento de nematodos y su importancia

### **3.4. Técnicas e instrumento de medición**

#### **3.4.1. Técnicas**

De extracción “Licuado-Tamizado”, y de “Incubación” (Triviño *et al.* 2013).

#### **3.4.2. Instrumentos**

Licuada

3 juegos de Tamiz

GPS

Barra (barreta)

Agua

Servilletas

Bolsa plástica sin orificios

Bomba de aire

Regla

Piceta

Microscopio

Platos de aluminio

Cuchillo

Papel facial

Balanza gramera

Vasos de graduación

### **3.5. Procesamiento de datos**

#### **3.5.1. Datos evaluar**

##### **3.5.1.1. Densidad poblacional de nematodos en raíces de banano.**

Se determinó la densidad poblacional de los nematodos en las raíces donde se

utilizó el método de extracción “Licuado-Tamizado” (Triviño *et al.* 2013).

Las raíces que conformaron la muestra se lavaron bien, se pesaron los 10 gramos.

Luego se colocaron en una licuadora y se añadió un poco de agua común, se licuo a velocidad alta de 10 segundos de intermitencia.

El licuado se pasó por un juego de tres tamices sobrepuestos de arriba hacia abajo de números 60, 100 y 400 (250, 150 Y 38 filn). El primer y segundo tamiz se lavaron por dos y un minuto respectivamente, el sedimento contenido en el tamiz No. 400 se recolecto en un vaso graduado para lo cual se lavó con una piceta y se aforo en 100 ml, se homogenizo con una bomba de aire y se tomó una alícuota de 2 ml para la identificación de nematodos en un microscopio con ayuda de contadores chequeadores.

### **3.5.1.2. Densidad poblacional de nematodos en suelo de banano**

La extracción de las muestras de suelo que fueron traídas del campo, se homogenizó y se colocaron aproximadamente 200 cm<sup>3</sup> en una funda plástica por cada repetición. En el laboratorio, cada muestra se colocó en una bandeja plástica, se mezcló nuevamente y se midió 100 cm<sup>3</sup> para la extracción de los nematodos, se utilizó el método de “Incubación” (Triviño *et al.* 2013).

El suelo se colocó en dos platos de aluminio superpuestos de los cuales el primero fue colocado y el segundo con base, sobre el primero se colocó una malla fina plástica y una hoja de papel facial; se adiciono agua común y se dejó la muestra en incubación por tres días.

Transcurrido ese tiempo, se eliminó el suelo del primer plato y el contenido agua - nematodos se lo colecto en un vaso de precipitación graduado. De cada muestra o vaso se eliminó el agua excedente a 100 ml con el uso de un tamiz No. 400, se homogenizó la solución agua-nematodos con una bomba de aire como en raíces, se extrajo alícuotas de 2 ml, se colocó en cámaras contadoras y se determinó el número de nematodos utilizando un estereomicroscopio y un contador-chequeador.



Por cálculo matemático se obtuvo la densidad poblacional de nematodos existentes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo.

### De Campo

La investigación fue de campo, dado que se extrajo las muestras de suelo y raíces en 10 fincas del cantón Pueblo Viejo (Recinto: La Rufina, Estero Hondo, Naranjo, Los Marines y La Bolívar) a una profundidad (30 cm), estas muestras fueron etiquetadas para evitar confusiones y luego se las llevó al laboratorio.

**Tabla 2.** Datos y coordenadas geográficas de las muestras colectadas

Código	Finca	Área	Variedades	Coordenadas Geográficas
P1	Hacienda Marcin 2	75 ha	Cavendish	663568 -9835051
P2	Hacienda Naranjo Chico	84 ha	Gran William	663225-9832345
P3	Hacienda La Cruz de Carmela	28 ha	Cavendish	663552- 9831886
P4	Hacienda San Miguel	112 ha	Valery	663141-9831457
P5	Hacienda San Gabriel	18 ha	Cavendish	662896-9830419
P6	Hacienda San Antonio	120 ha	Cavendish	663517-9829590
P7	Hacienda Bolívar	86 ha	Cavendish	663419-9826729
P8	Hacienda El Naranjo	36 ha	Valery	663116-9832870
P9	Hacienda La Envidia	12 ha	Gran William	666136-9827809
P10	Hacienda Caracas	5 ha	Gran William	666050-9828298

Fuente: UTM GEO MAP 4.0.4. (2024)

### 3.6. Aspectos éticos

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos, se garantiza de

conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. – En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

Porcentaje de 0 al 15 %: Muy baja similitud (TEXTO APROBADO)

Porcentaje de 16 al 20 %: Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

Porcentaje de 21 al 40 %: Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección)

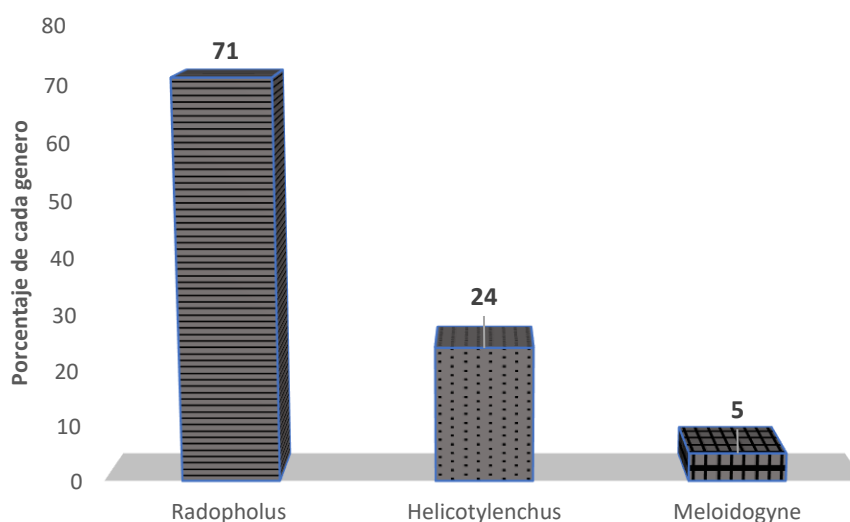
Porcentaje Mayor del 40 %: Muy Alta Similitud (TEXTO REPROBADO)

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

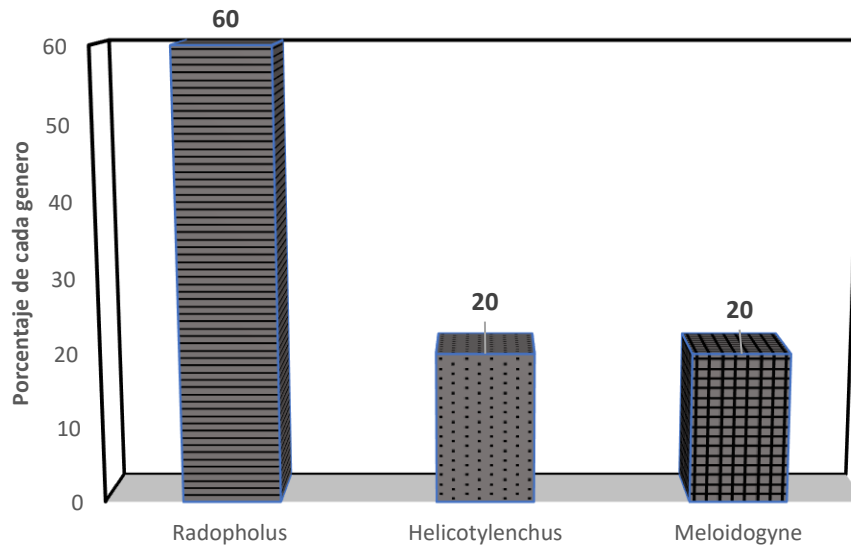
#### 4.1.1. Nematodos asociados al cultivo de banano

En el agroecosistema de las diez haciendas bananeras del Cantón Pueblo Viejo evaluadas, se identificaron tres nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de banano, a partir de muestras en raíces, los géneros encontrados fueron *R. similis* con 71 % siendo el más alto seguido de, *Helicotylenchus* con 24 % de las muestras, finalmente *Meloidogyne* al ser el más bajo con 5 % de las muestras analizadas donde se demuestra en la Figura 6.



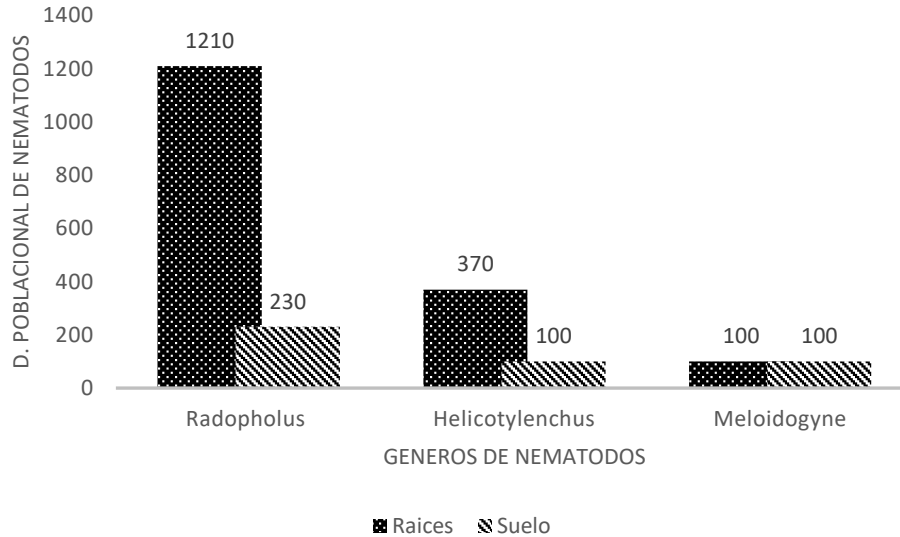
**Figura 2.** Géneros de nematodos fitoparasitos en raíces de banano en 10 fincas de Pueblo Viejo

Al evaluar la población de nematodos asociados al cultivo de banano en muestras de suelo, de las diez fincas evaluadas, se encontró que el género *R. similis* tiene la mayor población con un 60 %, seguido de *Helicotylenchus* y *Meloidogyne* con el 20 % respectivamente, esto se muestra en la (Figura 7).



**Figura 3.** Géneros de nematodos fitoparasitos en suelo de banano en el cantón Pueblo Viejo.

El estudio de la densidad poblacional de nematodos en 100 g/suelo y 10 g/ raíces reveló que el género *R. similis* fue el más abundante en las raíces, con (1210 J2) por 10g de raíces, seguido de *Helicotylenchus* con (370 J2) por 10g de raíces y *Meloiodogyne* con (100 J2) por 10g de raíces, en las muestras de suelo se encontraron (230 J2) por 100g de suelo de *R. similis* por cada 100 g de suelo, mientras que *Meloiodogyne* y *Helicotylenchus* presentaron (100 J2) por cada 100 g de suelo, estos resultados indican que *R. similis* y *Meloiodogyne* son más predominantes en las raíces, mientras que *Helicotylenchus* con *Meloiodogyne*, tienen una distribución más equilibrada entre suelo y raíces como podemos observar en la (Figura 8).

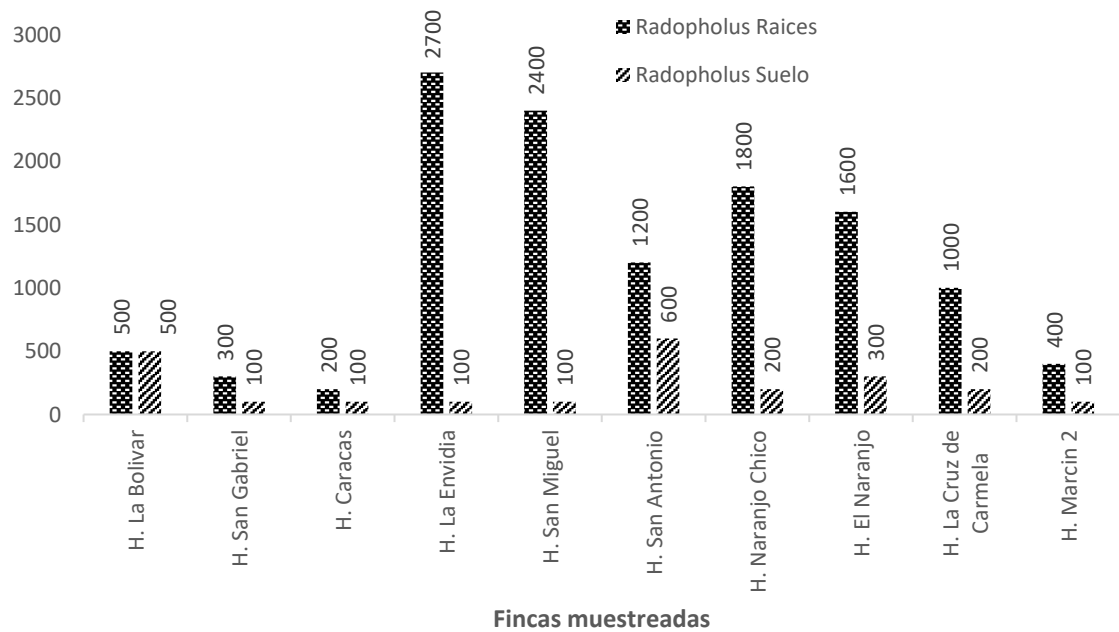


**Figura 4.** Densidad poblacional de nematodos por genero

#### 4.1.2. Niveles de infestación de nematodos en raíces y suelo de banano

Se llevó a cabo un análisis de la densidad poblacional de nematodos en 10g/raíces, en las diez haciendas evaluadas. Este estudio reveló que la mayor concentración se encontró el género *R. similis* en la Hacienda La Envidia donde reportó (2700 J2) en 10g/raíces, la Hacienda San Miguel registró una densidad de (2400 J2) por 10g/raíces, seguida por la Hacienda Naranjo Chico con (1800 J2) por 10g/raíces, la Hacienda El Naranjo presentó (1600 J2) por 10 g de raíces, mientras que, la Hacienda San Antonio mostró (1200 J2) por 10 g de raíces, la Hacienda La Cruz de Carmela registró (1000 J2) por 10 g de raíces y la Hacienda Caracas presentó el menor número de nematodos con 200 J2 por 10 g de raíces (Figura 9).

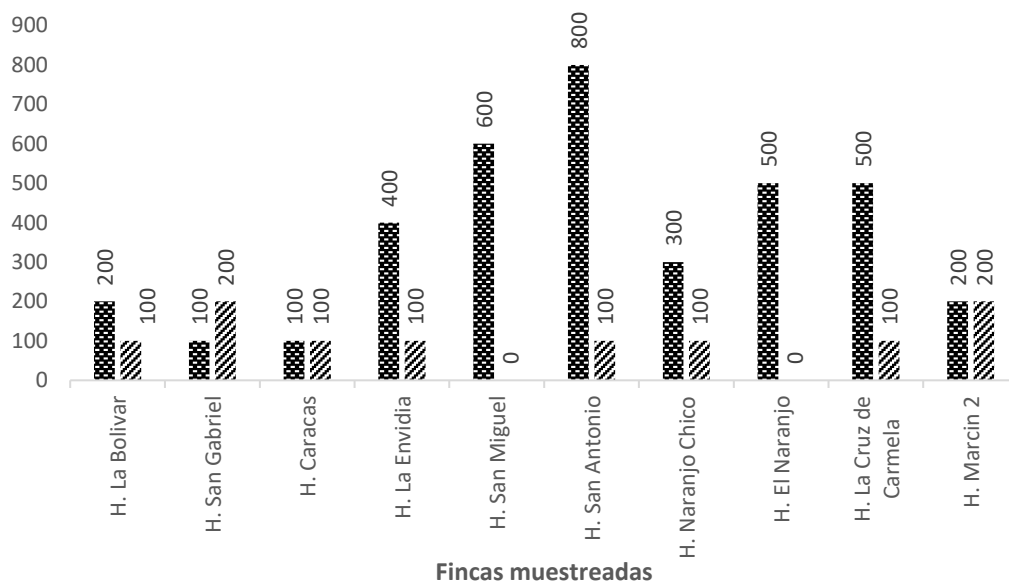
El análisis de la densidad poblacional en muestras de suelo, se encontró que el género *R. similis* en 100 g/suelo nos dio como resultado que en la Hacienda San Antonio (600 J2), seguido por la Hacienda La Bolívar con un resultado de (500 J2), luego la Hacienda El Naranjo con (300J2), tenemos la Hacienda La Cruz de Carmela y Naranjo Chico con (200J2) encontrándose con un valor más bajo en las Haciendas San Gabriel, Caracas, La Envidia, San Miguel, y Marcin 2 con (100 J2) respectivamente lo que se demuestra en la (Figura 9).



**Figura 5.** Comportamiento de la densidad poblacional de nematodos del género *R. similis* en 100 g/suelo y 10 g/raíces en diez fincas evaluadas.

El análisis de la densidad poblacional de nematodos del género *Helicotylenchus* en 100 g de suelo y 10 g/ raíces se llevó a cabo en diez haciendas bananera del cantón Pueblo Viejo. Este estudio reveló que el mayor número de nematodos del género *Helicotylenchus* en muestras de 10 g/raíces se encontró en la Hacienda San Antonio con una cantidad de 800 J2, seguida de la Hacienda San Miguel con 600 J2, la Hacienda El Naranjo y La Cruz de Carmela 500 J2 y con el menor número de nematodos en la Hacienda San Gabriel y Caracas con 100 J2 (Figura 10).

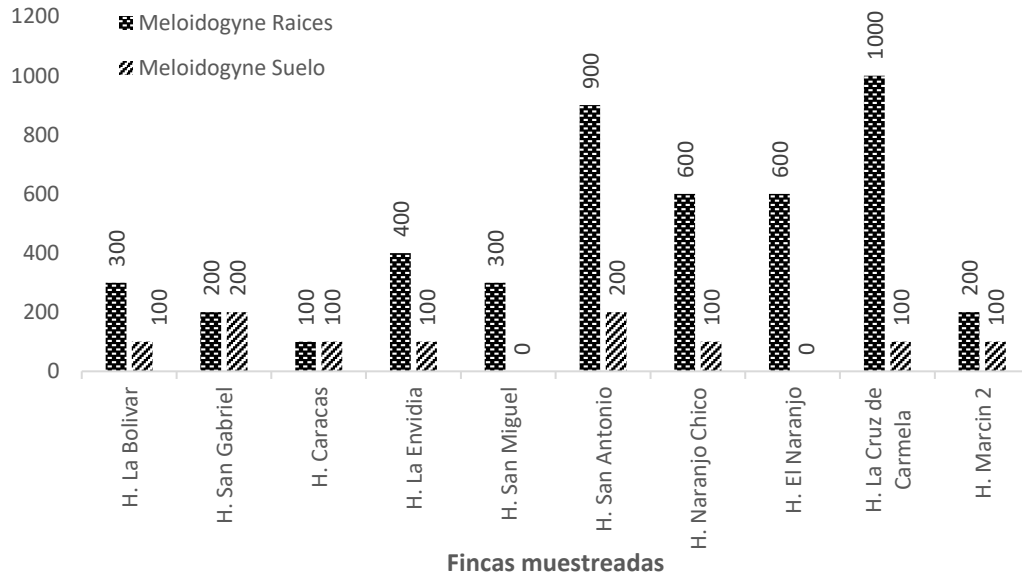
En las muestras de 100 cm<sup>3</sup> de suelo del género *Helicotylenchus* el mayor número de nematodos se encontró en la hacienda San Gabriel y Marcin 2 con 200 J2 y mientras que en la Hacienda San Miguel y Naranjo registra cero nematodos (Figura 10).



**Figura 6.** Comportamiento de la densidad poblacional de nematodos del género *Helicotylenchus* en 100 g de muestras de suelo y por 10 g de raíces en diez fincas bananeras evaluadas.

Se realizó un análisis de la densidad poblacional de nematodos del género *Meloidogyne* en 100 g de muestras de suelo y 10 g de raíces en las diez haciendas, los resultados indicaron que la mayor concentración de nematodos de este género también se encontraron en las muestras de raíces, la Hacienda La Cruz de Carmela presentó la mayor cantidad, con (1000 J2) por 10 g de raíces, seguida por la Hacienda San Antonio con (900 J2) por 10 g de raíces, tanto la Hacienda El Naranjo como la Hacienda Naranjo Chico registraron (600 J2) por 10 g de raíces cada una, la Hacienda La Envidia reportó (400 J2) por 10 g de raíces, mientras que la Hacienda La Bolívar y la hacienda San Miguel mostraron (300 J2) por 10 g de raíces. Las haciendas Marcin 2 y la Hacienda San Gabriel presentaron (200 J2) por 10 g de raíces cada una. Finalmente, la hacienda Caracas registro (100 J2) por 10 g de raíces como se detalla a continuación (Figura 11).

En el análisis de suelo del género *Meloidogyne* resultó la hacienda San Antonio y San Gabriel, con 200 J2 en 100 g/suelo, luego tenemos a las haciendas La Bolívar, Caracas, La Envidia, Naranjo Chico, La Cruz de Carmela y Marcin 2 con 100 J2 en 100 g/suelo respectivamente (Figura 11).



**Figura 7.** Comportamiento de la densidad poblacional de nematodos del género *Meloidogyne* en 100 g de muestras de suelo y en 10 g de raíces en diez fincas evaluadas.

#### 4.1.3. Prácticas asociadas al manejo de nematodos en banano

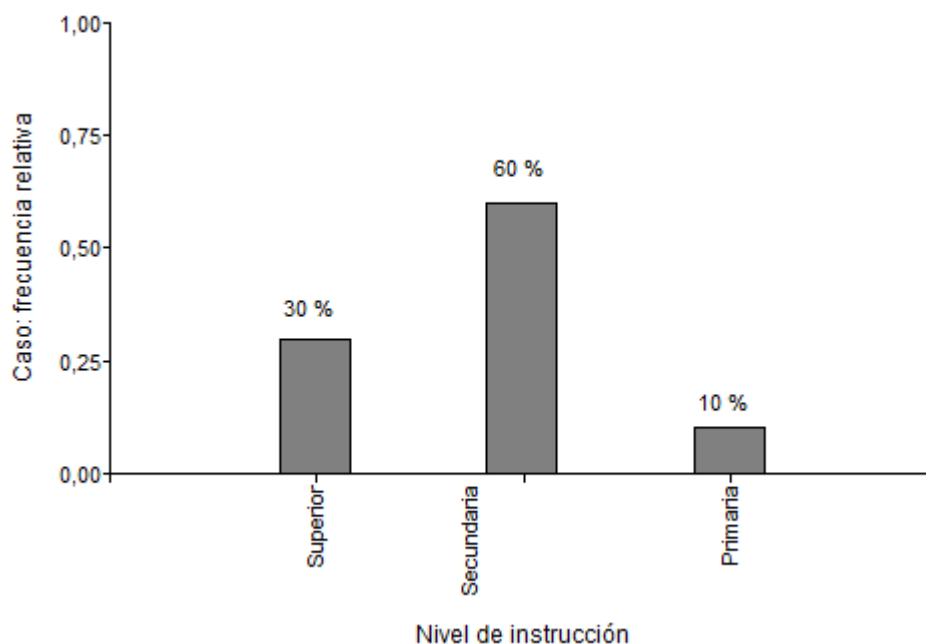
##### Nivel de instrucción de los agricultores encuestados

Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva del nivel educativo de los productores de banano en las 10 haciendas bananeras del Cantón Pueblo Viejo, el objetivo principal de esta evaluación fue determinar si estos productores habían recibido formación específica para las actividades que realizan en la producción de banano y si habían completado sus estudios formales en diferentes niveles educativos, incluyendo primaria, secundaria y universitaria, los resultados de la evaluación revelaron que solo el 30 % de los productores había finalizado sus estudios universitarios, un 60 % de ellos había alcanzado el nivel de educación secundaria, mientras que el 10 % restante había completado únicamente la educación primaria.

Estos datos proporcionaron una visión clara sobre el grado de instrucción formal de los productores de banano y son útiles para identificar áreas donde podría ser necesario implementar programas de capacitación y educación para mejorar la calidad y eficiencia en la producción bananera, además, estos hallazgos destacaron la necesidad de promover el acceso a la educación superior y técnica



para fortalecer las capacidades de los productores y mejorar el desarrollo del sector agrícola en la región (Figura 12).



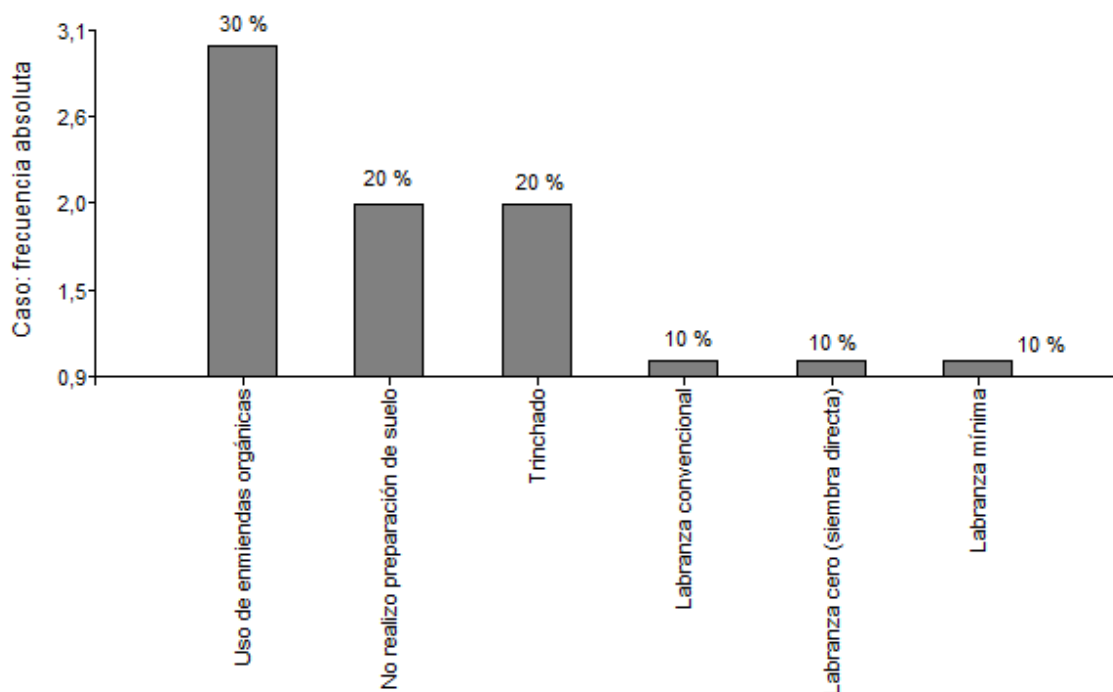
**Figura 8.** Nivel de instrucción de los productores

### **Principal método que utiliza el agricultor para preparar el suelo**

Se llevó a cabo una evaluación de los métodos de preparación del suelo utilizados por los productores de banano en 10 haciendas del Cantón Pueblo Viejo para identificar las prácticas empleadas antes de la siembra y analizar las variaciones entre las haciendas, los resultados mostraron una variedad de enfoques, el 30 % de las haciendas utiliza enmiendas orgánicas para enriquecer el suelo, incorporando materia orgánica que favorece el crecimiento de las plantas, un 20 % no realiza preparación específica del suelo, lo que podría deberse a limitaciones en recursos o conocimientos, otro 20 % emplea el método de trinchado, que facilita la penetración de agua y aire al fragmentar la capa superficial del suelo.

El 10 % de las haciendas usa labranza convencional para preparar el lecho de siembra, mientras que otro 10 % adopta labranza cero, minimizando la perturbación del suelo para conservar su estructura natural, el 10 % restante implementa labranza mínima, reduciendo el trabajo al mínimo, estos datos reflejan una diversidad de estrategias en el manejo del suelo, influenciadas por factores como recursos disponibles, conocimientos técnicos y prácticas sostenibles. Identificar

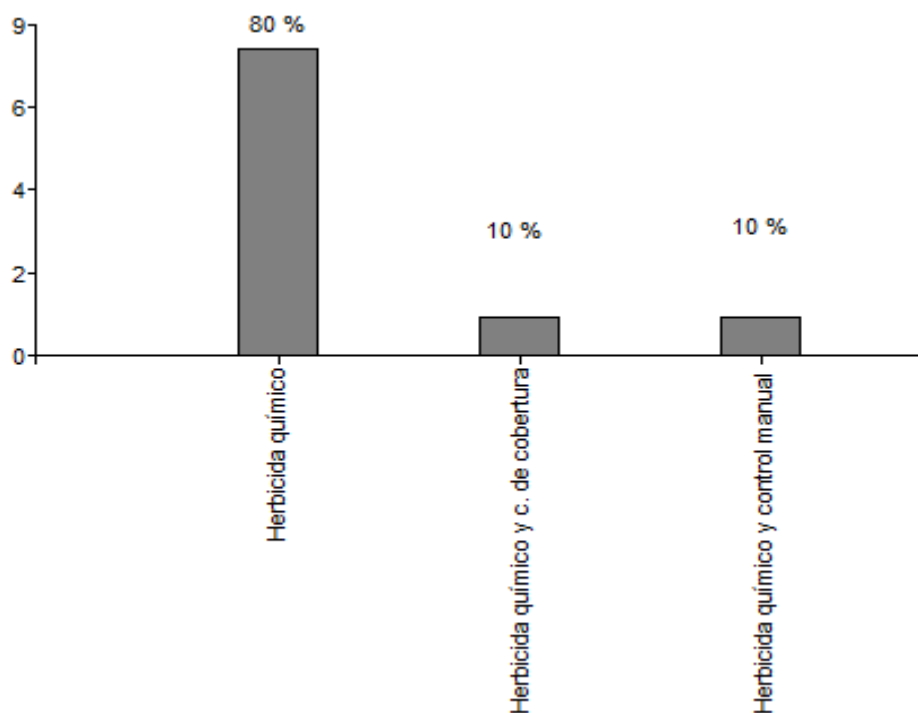
estas variaciones es crucial para desarrollar recomendaciones y programas de capacitación que optimicen el manejo del suelo, promuevan la sostenibilidad y mejoren los rendimientos en la producción bananera (Figura 13).



**Figura 9.** Principal método que utiliza para la preparación del suelo

### Control de malezas en el banano

En el 80 % de las haciendas evaluadas se utiliza herbicida químico como método principal para el control de malezas en los cultivos de banano, este enfoque elimina o inhibe el crecimiento de malezas que compiten por nutrientes, agua y luz solar, impactando negativamente los rendimientos, el 10 % de las haciendas emplea una estrategia combinada de herbicidas químicos y técnicas de cobertura, como plantas de cobertura, que suprimen el crecimiento de malezas al crear barreras físicas y reducen la exposición al sol, otro 10 % combina herbicidas químicos con control manual de malezas, permitiendo una intervención precisa y reduciendo la dependencia de químicos, estos datos destacan la prevalencia de herbicidas químicos y el uso de prácticas complementarias en la gestión de malezas, sugiriendo la necesidad de un manejo integrado de plagas (MIP) que combine métodos para mejorar la sostenibilidad ambiental y mitigar riesgos asociados con el uso intensivo de productos químicos (Figura 14).



**Figura 10.** Estrategias que utiliza para el manejo de plagas en su cultivo de banano

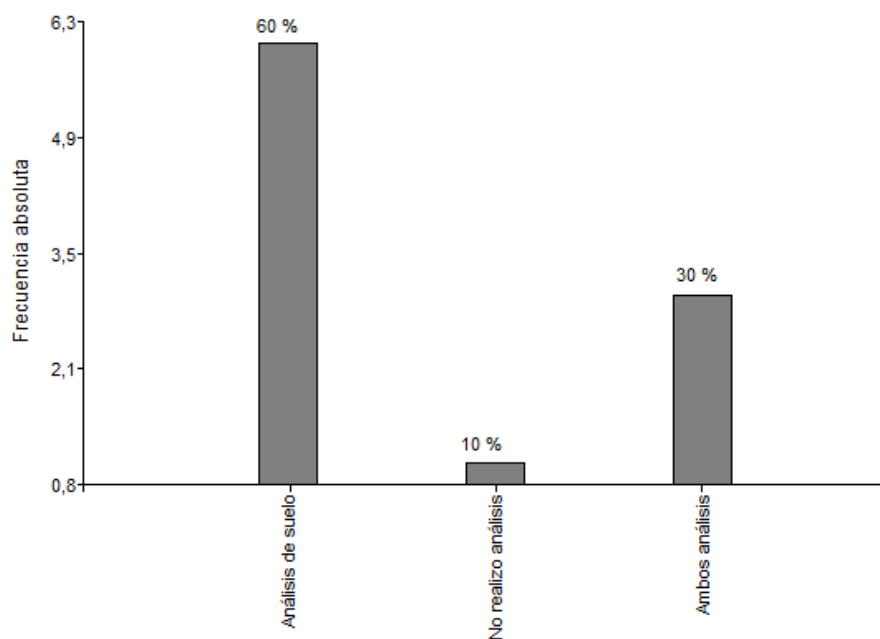
### Uso de Nematicidas químicos

Según los datos de las encuestas, el 100 % de las haciendas bananeras evaluadas utilizan insecticidas químicos como estrategia principal para el manejo de plagas, esta práctica se debe a la eficacia y cobertura rápida que ofrecen estos productos para controlar diversas plagas, sin embargo, el uso intensivo puede generar resistencia en los insectos y tener impactos negativos en el medio ambiente, afectando a especies no objetivo y la biodiversidad, dada esta dependencia, es adoptar enfoques esenciales de manejo integrado de plagas (MIP) que combinan métodos químicos, biológicos y culturales, esto incluye la rotación de insecticidas para prevenir resistencia, el uso de controles biológicos y la implementación de prácticas agrícolas que promueven la salud del suelo y la biodiversidad, reduciendo la necesidad de intervención química.

### Análisis edáficos y foliar

Los datos indican que el 60 % de las haciendas bananeras realizan análisis

de suelo para determinar las necesidades nutricionales de sus cultivos, facilitando ajustes precisos en los programas de fertilización y mejorando la salud y productividad de las plantas, 30 % de las haciendas efectúa tanto análisis de suelo como análisis foliares, el 10 % de las haciendas no realiza estos análisis, posiblemente por falta de recursos o subestimación de sus beneficios. Dichos análisis proporcionan una evaluación más completa del estado nutricional de las plantas, la combinación de análisis de suelo y foliares es una práctica recomendada para optimizar la nutrición de las plantas, permitiendo una gestión más eficiente de los fertilizantes y contribuyendo a la sostenibilidad económica y ambiental de las fincas (Figura 15).



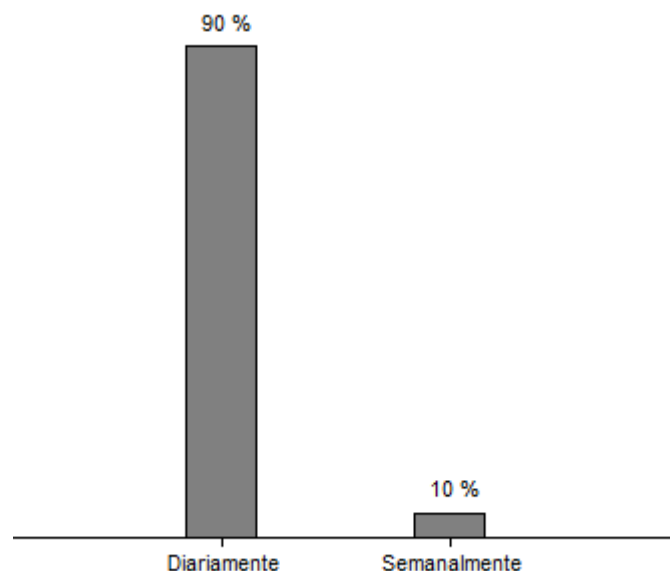
**Figura 11.** Realiza algún tipo de análisis de suelo o foliar

### **Tipo y frecuencia del manejo de riego en banano**

En las 10 haciendas evaluadas, se constató que el 100 % emplea el riego subfoliar, reflejando una completa adopción del riego por aspersión, este método tradicional en el cultivo de banano implica la distribución de agua mediante rociadores que simulan la lluvia, humedeciendo tanto el follaje de plantas pequeñas, como el suelo circundante en general, la preferencia por el riego por aspersión se debe a su capacidad para proporcionar una cobertura uniforme de agua, esencial para garantizar que todas las plantas reciban una cantidad

adecuada de humedad, este sistema es altamente valorado por los productores por su eficacia en la gestión del agua y en mantener condiciones de crecimiento óptimas para el plátano, especialmente en áreas con distribución irregular de la lluvia, el uso extendido del riego por aspersión también puede estar influenciado por la infraestructura existente y la experiencia previa de los agricultores, que contribuyen a una mayor confianza en su eficacia y sostenibilidad,

Sin embargo, es crucial gestionar adecuadamente el agua para evitar desperdicios y reducir el impacto ambiental, la incorporación de tecnologías complementarias, como sensores de humedad del suelo y sistemas de control automatizados, podría optimizar el uso del agua y mejorar la eficiencia del riego en estas haciendas. Se pudo determinar que un 90 % de los productores realizan riego diariamente y solo un 10 % lo realizan semanalmente (Figura 16).

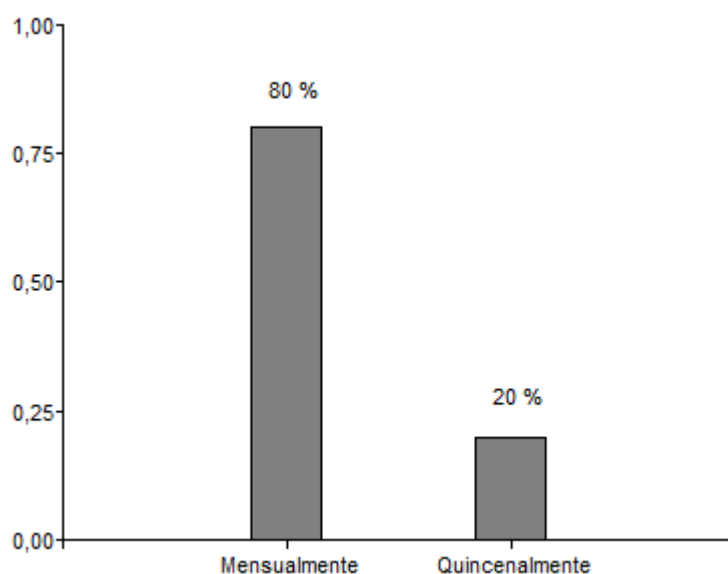


**Figura 12.** Tipo y frecuencia del manejo de riego en banano

### **Tipo y frecuencia de fertilización**

En el 100 % de las haciendas evaluadas, los productores indicaron que utilizan fertilización química debido a su capacidad para proporcionar resultados rápidos y evidentes en el crecimiento de las plantas. La aplicación de fertilizantes químicos es apreciada por su rapidez en mostrar efectos y por su facilidad de manejo, ya que se presentan en formulaciones estandarizadas y permiten una dosificación precisa, no obstante, aunque la fertilización química ofrece beneficios inmediatos, es crucial

considerar sus posibles impactos a largo plazo en la salud del suelo y el medio ambiente, el uso excesivo puede llevar a la acumulación de nutrientes en el suelo y a la contaminación de aguas, por lo que se recomienda combinarla con prácticas de manejo sostenible para equilibrar los beneficios inmediatos con la sostenibilidad a largo plazo, y en el 80 % de los casos la realizan mensualmente, y el 20 % lo hace quincenalmente (Figura 17).



**Figura 13.** Frecuencia de Fertilización

### **Manejo de nematodos**

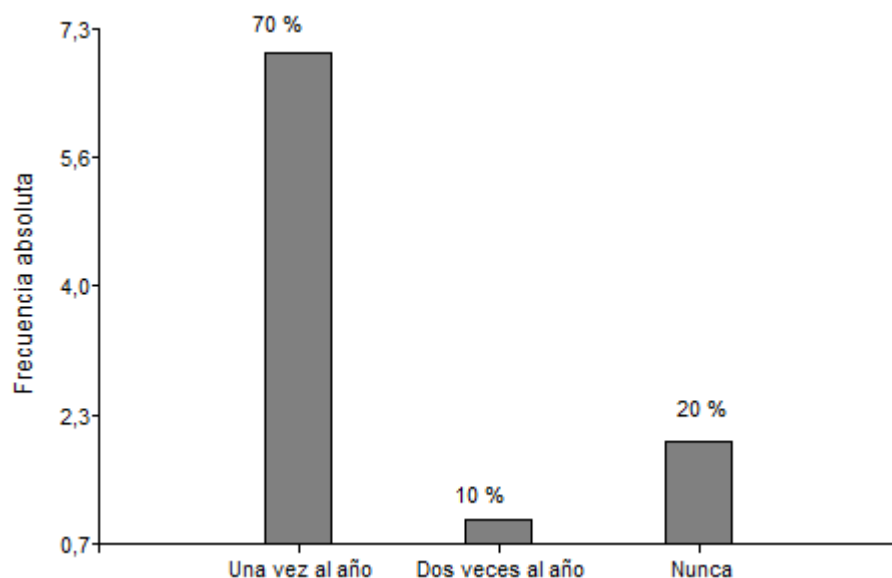
En las haciendas bananeras evaluadas, el 90 % de las fincas utilizan nematicidas químicos y solo un 10 % técnicas de control biológico como el principal método de control de nematodos fitoparásitos.

Los nematicidas químicos pueden dañar las raíces, reducir la absorción de nutrientes y agua, y afectar el crecimiento y la productividad de las plantas, la elección de nematicidas químicas se debe a su efectividad y confiabilidad, según los agricultores, sin embargo, el uso intensivo puede llevar al desarrollo de resistencia en los nematodos y afectar la salud del suelo y la biodiversidad, además, las nematicidas pueden ser costosas y requieren un manejo cuidadoso para evitar efectos adversos en el medio ambiente y la salud humana, por lo tanto,

es crucial promover prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) que incluyan métodos sostenibles como la rotación de cultivos, variedades resistentes, biofumigación y control biológico, estos enfoques pueden reducir la dependencia de nematicidas químicas y mejorar la sostenibilidad a largo plazo del cultivo de banano, la capacitación continua en nuevas técnicas también es esencial para optimizar el manejo de plagas.

### Frecuencia que aplica los nematicidas

En cuanto a la frecuencia de aplicación de nematicidas químicas en el cultivo de banano, el 70 % de las haciendas realiza una aplicación anual para la prevención y control de nematodos, un 10 % de las haciendas opta por dos aplicaciones al año para un control más exhaustivo, especialmente en áreas con mayor infestación, por otro lado, el 20 % de las haciendas no utilizan productos químicos nematicidas, posiblemente adoptando otras prácticas como el manejo integrado de plagas o el uso de variedades resistentes, esta variabilidad en la aplicación refleja las diferentes estrategias y necesidades de manejo según las condiciones específicas de cada finca (Figura 18).



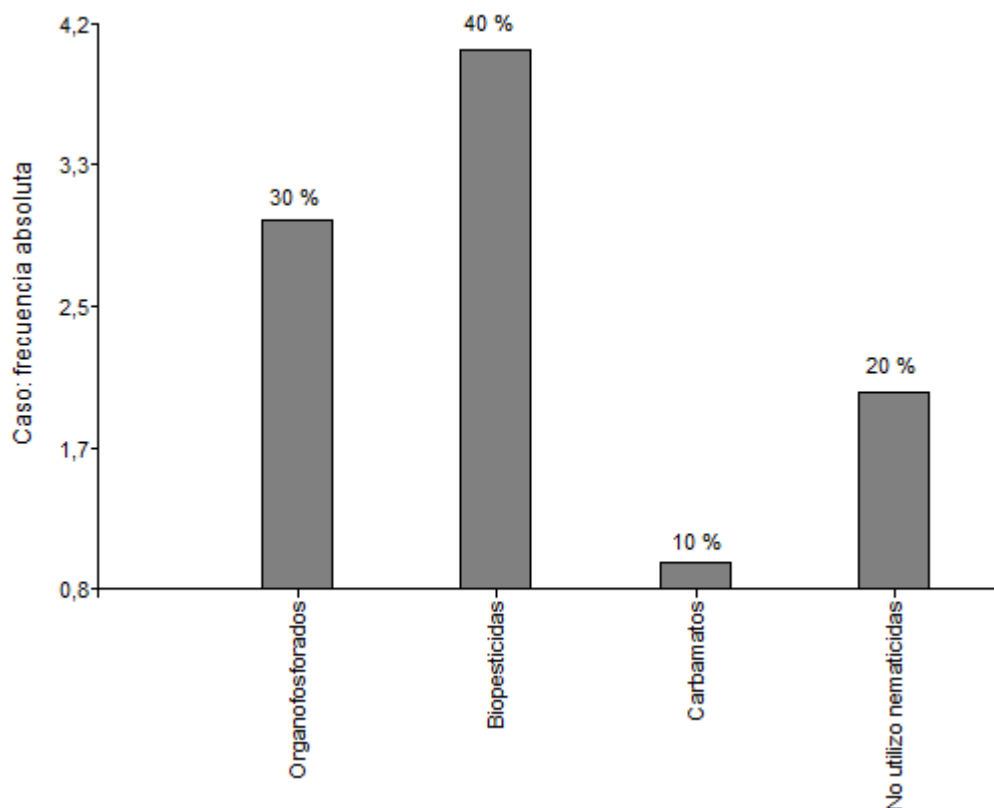
**Figura 14.** Frecuencia que aplicación de nematicidas químicos

### Nematicidas que utiliza con mayor frecuencia

En el análisis de los tipos de nematicidas empleados por los productores, los

biopesticidas son los más utilizados, representando el 40 % de los casos, estos productos, que derivan de organismos vivos, son apreciados por su menor impacto ambiental y su integración en sistemas de manejo sostenible, los organofosforados siguen en frecuencia constituyendo el 30 % de los casos, aunque efectivos contra una amplia gama de plagas, incluyendo nematodos, su uso plantea riesgos para la salud humana y el medio ambiente, lo que exige un manejo cuidadoso.

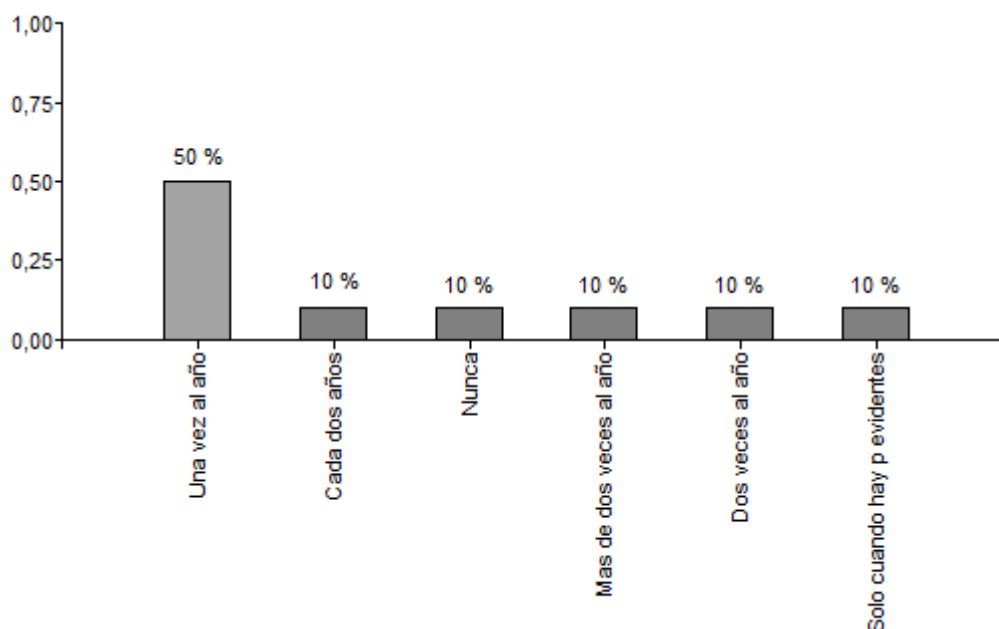
Los carbamatos, que comprenden el 10 % de las nematicidas utilizadas, ofrecen control de plagas pero tienen un impacto ambiental relativamente menor en comparación con los organofosforados, un 20 % de los productores no utilizan nematicidas, lo que puede deberse a la preferencia por métodos alternativos o a limitaciones en el acceso a estos productos, estos datos muestran una variedad de enfoques en el manejo de nematodos, desde métodos más ecológicos hasta químicos tradicionales, la elección del tipo de nematicida está influenciada por la eficacia, el impacto ambiental sumado a la salud, destacando la necesidad de un manejo integrado y sostenible (Figura 19).



**Figura 15.** Tipo de nematicida que utiliza con mayor frecuencia  
Análisis para la detección de nematodos



En el estudio realizado, se encontró que el 50 % de las plantaciones de banano realizan análisis de suelo anualmente, un 10 % lleva a cabo estos análisis cada dos años, posiblemente por razones económicas o de percepción de estabilidad en las condiciones del suelo, el 10 % de las plantaciones no realiza análisis de suelo, lo que podría deberse a la falta de recursos o conocimientos técnicos, otro 10 % realiza análisis más de dos veces al año, mostrando un enfoque proactivo en la gestión del suelo, asimismo, el 10 % realiza análisis dos veces al año y el 10 % restante solo lo hace cuando se presentan problemas visibles en las plantas, esta variabilidad en la frecuencia de los análisis refleja diferentes enfoques en la gestión del suelo y la nutrición de las plantas en las fincas bananeras (Figura 20).



**Figura 16.** Análisis de suelo para la detección de nematodos

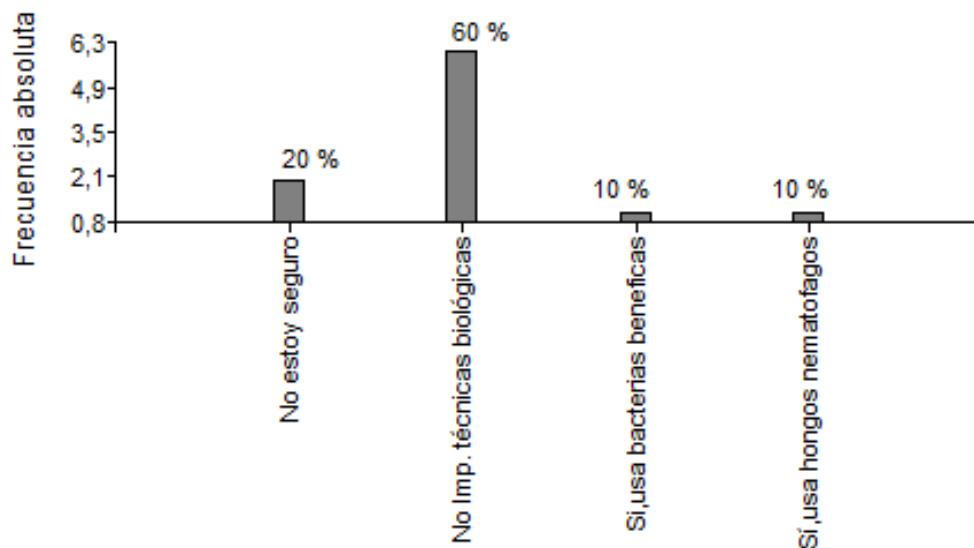
### **Que tan efectivo considera que son los métodos actuales del manejo de nematodos**

El 100 % de los agricultores encuestados indicó que los métodos implementados en sus prácticas agrícolas han resultado efectivos para el manejo y control de los problemas que enfrentan en sus cultivos, esta percepción de eficacia puede deberse a la experiencia positiva que han tenido con dichos métodos, los cuales podrían incluir técnicas de manejo integrado de plagas, uso de agroquímicos específicos, o prácticas culturales adaptadas a las condiciones locales, además,

este consenso sugiere una satisfacción general con los resultados obtenidos y una confianza en las estrategias actuales, lo que puede influir en la continuidad de estas prácticas en el futuro. El 100 % considera que son efectivos los métodos actuales del manejo de nematodos.

### **Implementación de técnica biológica para el manejo de nematodos en su finca**

Según las encuestas realizadas a los productores de banano en el Cantón Pueblo Viejo, se observan las siguientes prácticas para el manejo de nematodos, 60 % de los productores no emplea técnicas biológicas para el control de nematodos, lo que puede indicar el uso de métodos tradicionales o químicos y una posible falta de conocimiento sobre las técnicas biológicas, 20 % no está seguro, otro 10 % si , utiliza bacterias benéficas, mientras que el 10 % restante manifestó que si, usa hongos nematofagos (Figura 21).

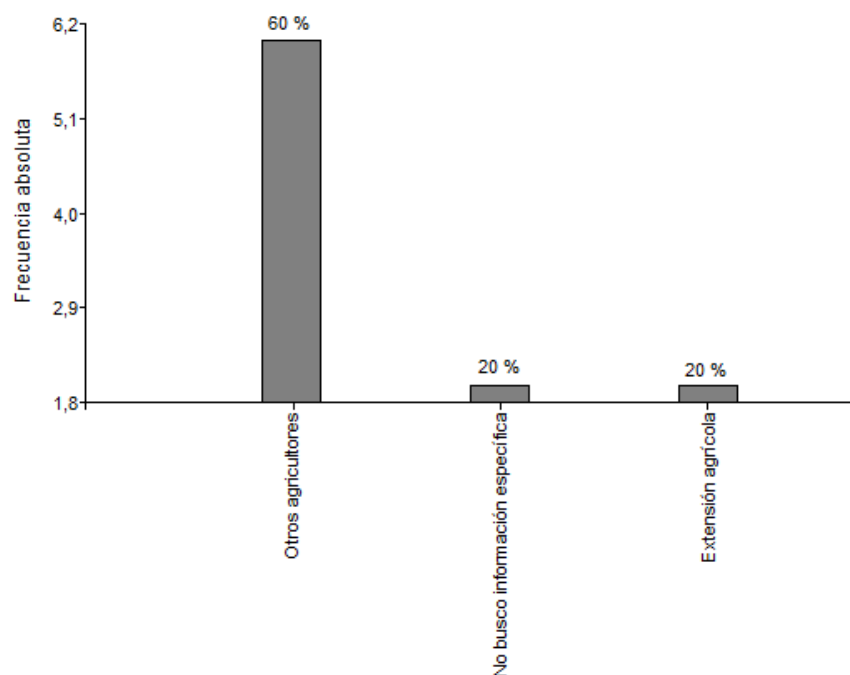


**Figura 17.** Implementación de técnica biológica para el manejo de nematodos en su finca

### **Fuentes de información utiliza para aprender sobre el manejo de nematodos**

Se encuestó a los productores sobre las fuentes de información que utilizan para el manejo de nematodos en sus fincas. Los resultados mostraron que, el 60 % de

los productores obtiene información a través del intercambio con otros agricultores, beneficiándose de compartir experiencias y estrategias en un entorno colaborativo, el 20 % no busca información específica sobre el manejo de nematodos, lo que podría reflejar una falta de recursos o interés en actualizar sus conocimientos, el 20 % accede a información a través de agentes de extensión agrícola, quienes ofrecen asesoría técnica y formación basada en investigaciones recientes y prácticas probadas, estos datos indican una variedad en las fuentes de información, destacando la importancia de mejorar el acceso a formación técnica y recursos especializados para una gestión más efectiva de los nematodos (Figura 22).

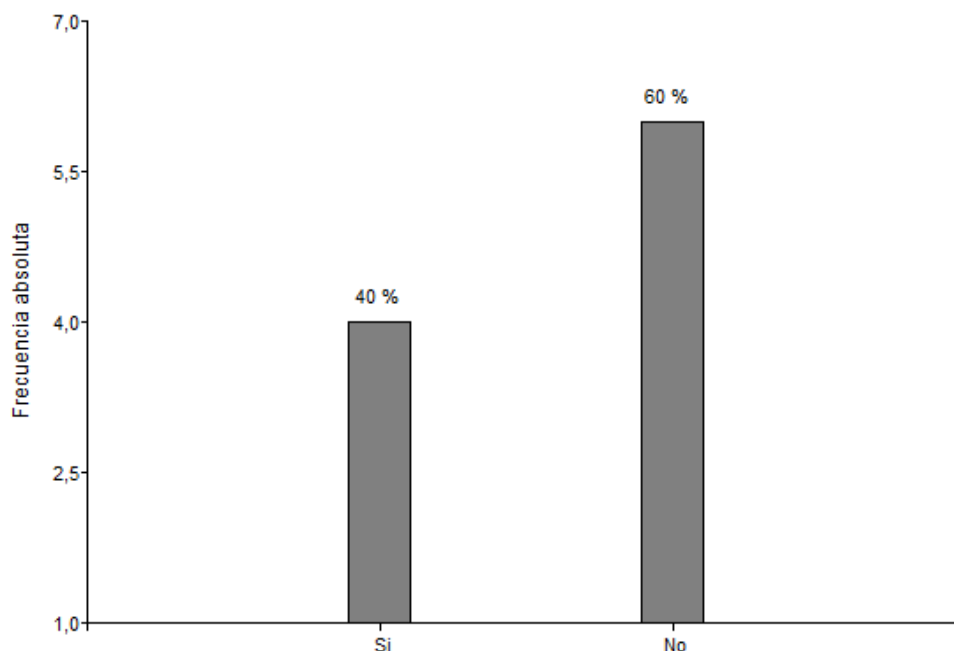


**Figura 18.** Fuentes de información utiliza para aprender sobre el manejo de nematodos

**Ha recibido capacitación sobre el manejo de nematodos en los últimos tres años.**

Según la evaluación sobre capacitación en manejo de nematodos fitoparásitos en los últimos tres años, 60 % de los productores no ha recibido formación en esta área, mientras que solo el 40 % ha participado en programas de capacitación, esta situación indica un elevado nivel de desconocimiento entre los productores respecto a técnicas efectivas para controlar nematodos, lo que puede afectar la

salud y productividad de los cultivos, es necesario mejorar la disponibilidad y accesibilidad de programas de capacitación para cerrar esta brecha y optimizar el manejo de nematodos (Figura 23).



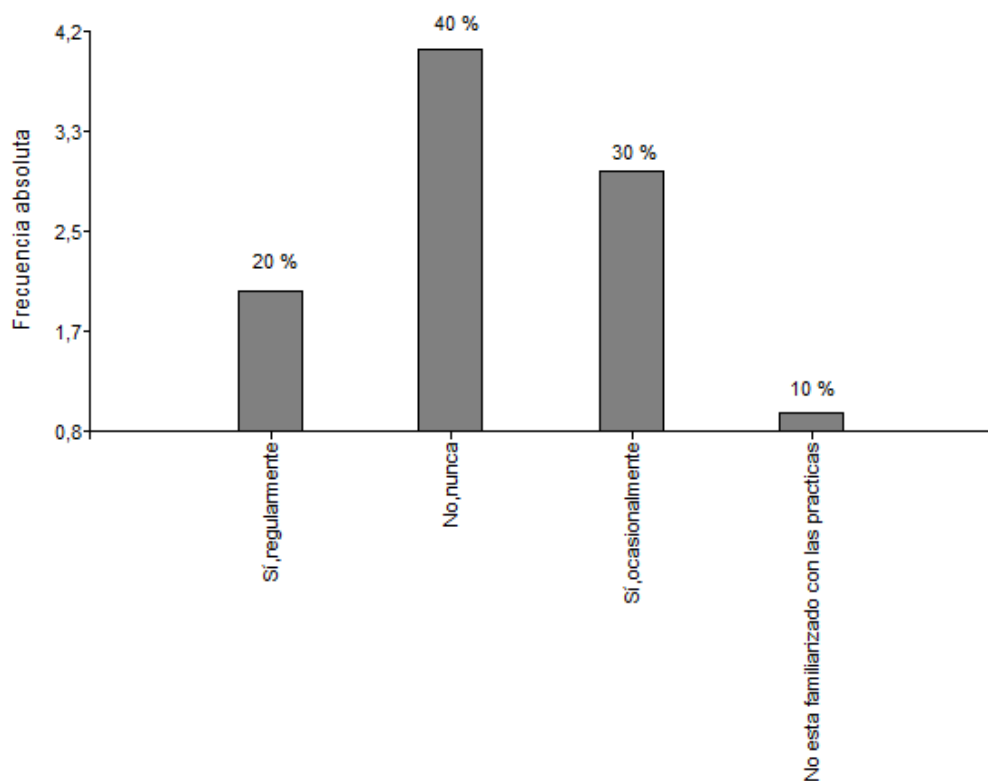
**Figura 19.** Ha tenido capacitación sobre el manejo de nematodos

### **Prácticas culturales (por ejemplo, desmalezado, solarización) para controlar los nematodos**

En cuanto a las prácticas culturales para el manejo de nematodos, como el desmalezado y la solarización, se observaron las siguientes tendencias, el 20 % de los productores utiliza prácticas culturales como el desmalezado y la solarización de manera activa, estas técnicas ayudan a controlar los nematodos al reducir el número de malezas que pueden servir de hospederos alternativos y al mejorar las condiciones del suelo para matar a los nematodos a través de la exposición al calor y la luz solar, el 40 % de los productores no emplea estas prácticas en absoluto, esta falta de uso podría estar relacionada con una falta de conocimiento sobre los beneficios de estas técnicas.

La percepción de que son poco efectivas o la preferencia por métodos alternativos, el 30 % utiliza estas prácticas de forma ocasional, esto sugiere que, aunque reconocen el valor potencial de estas técnicas, su aplicación no es

sistemática y puede depender de factores específicos como las condiciones del suelo, la presencia de nematodos o la disponibilidad de tiempo y recursos, 10 % no está familiarizado con estas prácticas culturales, este grupo carece de conocimiento sobre el uso de técnicas como el desmalezado y la solarización, lo que puede limitar su capacidad para implementar estrategias efectivas de manejo de nematodos, estos datos reflejan una variabilidad significativa en la adopción de prácticas culturales para el control de nematodos, lo que podría influir en la eficacia general de las estrategias de manejo en las fincas, para mejorar el control de nematodos, es fundamental aumentar la capacitación sobre estas técnicas y fomentar su aplicación más generalizada, la implementación sistemática de prácticas culturales puede contribuir a una gestión más efectiva y sostenible de los nematodos fitoparásitos (Figura 24).

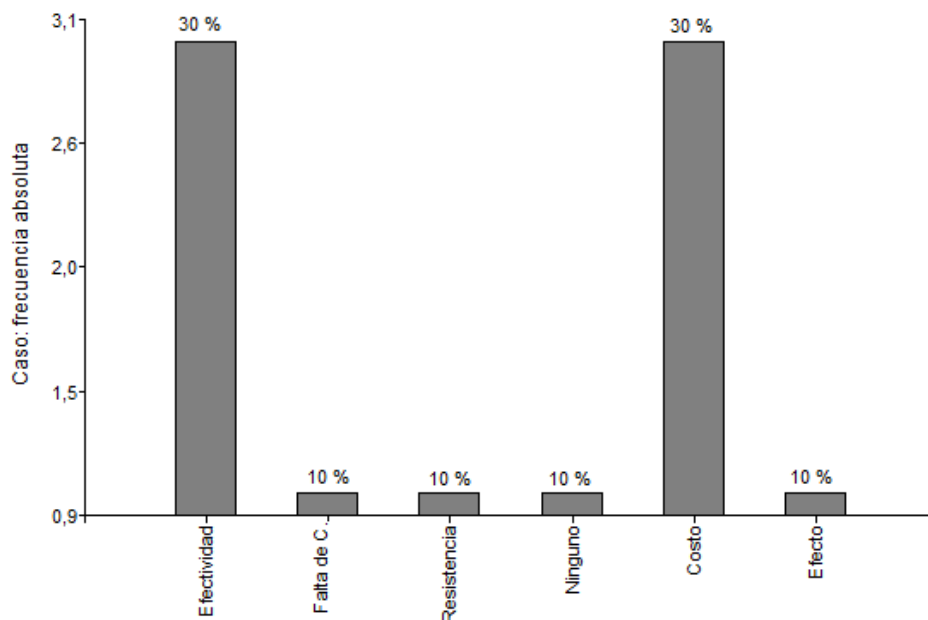


**Figura 20.** Utiliza prácticas culturales

### **Principal desafío que enfrenta en el manejo de nematodos**

Se consultó a los productores sobre el principal desafío que enfrentan en el manejo de nematodos fitoparásitos en sus fincas, los resultados indicaron que, el

30 % de los productores considera que la efectividad de los métodos disponibles es su principal desafío, otro 30 % de ello el costo de los tratamientos, el 10 % señala la falta de conocimiento como un obstáculo significativo, otro 10 % enfrenta problemas relacionados con la resistencia de los nematodos a los tratamientos, el 10 % no identifica ningún desafío en particular en el manejo de nematodos, el 10 % restante menciona el efecto residual y daño a organismos benéficos como un problema importante, estos datos reflejan una variedad de desafíos en el manejo de nematodos, destacando la necesidad de mejorar la eficacia de los métodos, la educación sobre el tema y el manejo de efectos secundarios en los ecosistemas agrícolas (Figura 25).



**Figura 21.** Cuál es el principal desafío que enfrenta en el manejo de nematodos

## 4.2. Discusión

El uso de nematicidas químicos es una herramienta de gran ayuda e importancia en la agricultura, en este caso especialmente en la producción de banano, debido a que nos ayuda a controlar la cantidad y con esto la densidad población de nematodos en el cultivo, sin embargo, debemos de trabajar con un buen manejo integral de plagas, para usarlos en la dosificación y momento correcto.

En concordancia con lo dicho por Sánchez 2022, ya que los nematicidas son agentes químicos especializados utilizados en la agricultura para tratar y controlar las infestaciones de nematodos, la correcta aplicación de nematicidas, siguiendo las recomendaciones técnicas, es crucial para minimizar los efectos negativos de dichos agentes y asegurar la productividad agrícola debido a que esto se puede evidenciar con los resultados del análisis realizado.

No podemos minimizar los efectos del uso de productos químicos utilizados en la agricultura en la salud de los trabajadores y el impacto que pueden llegar a tener en el ecosistema por lo que debemos de asegurarnos que las medidas de seguridad y protección sean debidamente cumplidas, ya que si no esto podría traer serias consecuencias como intoxicaciones, y otras enfermedades, en el ecosistema podríamos alterar el ciclo de vida de los microorganismos presentes en el suelo, o peor aún su muerte, por lo que, como menciona Quinchiguano (2023), para el control de nematodos utilizando productos químicos desarrollados por la industria, sin embargo, estos productos pueden llegar a ser extremadamente tóxico y requiere una inversión significativa, las aplicaciones de estos productos deben realizarse dos veces al año, dependiendo del nivel de infestación y siguiendo las dosis recomendadas por la empresa comercializadora.

Es Indispensable mantener un buen estado de las raíces puesto es de donde se fija la planta al suelo, para que pueda asimilar las bondades presentes en la tierra, es una parte fundamental de la planta, por lo que al mantenerla en buen estado aseguramos un punto importantísimo dentro de la producción para lo cual , es muy importante que los productores estén en constante capacitación en manejo de nematodos fitoparásitos porque pudimos evidenciar que, 60 % de los productores no ha recibido formación en esta área, mientras que solo el 40 % ha participado en programas de capacitación, esta situación indica un elevado nivel de desconocimiento entre los productores, concurso con lo dicho por Medina (2020) el sistema radicular desempeña un papel fundamental en la absorción, conducción y transferencia de agua y nutrientes desde el suelo hacia la planta, en el caso específico de las plantas de banano, presentan tanto un sistema radicular primario como uno adventicio, las raíces primarias tienen su origen en la superficie del cilindro central del rizoma, mientras que las raíces secundarias y terciarias se desarrollan a partir de las raíces primarias.

## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

En el agroecosistema de las diez haciendas bananeras del Cantón Pueblo Viejo evaluadas, en consecuencia, se identificaron tres nematodos fitoparásitos asociados al cultivo banano los cuales fueron *R. similis*, *Helicotylenchus* y *Meloidogyne*.

En cuanto al nivel de infestación tanto en suelo como en raíces, por lo tanto, se determinó que los nematodos del género *R. similis* fueron los más abundantes, le siguió *Helicotylenchus*, y *Meloidogyne*, lo que se demuestra en la figura 6.

Las haciendas evaluadas comparten mucha similitud en cuanto las prácticas asociadas al manejo de nematodos fitoparásitos, por lo que, la frecuencia de aplicación de nematicidas químicas en el cultivo de banano, tanto así que intercambian información entre agricultores, para saber que está resultando mejor y proceder a realizar lo mismo. Los resultados también nos llevan a la conclusión que existe un desconocimiento en los productores en cuanto técnicas biológicas para el control de nematodos, porque al desconocer del tema prefieren seguir lo tradicional o simplemente hacer lo que se les diga dentro de su gremio de productores, incluso existen un fuerte desconocimiento de especies resistentes a el ataque de agentes indeseados en el cultivo.



## 5.2. Recomendaciones

Se recomienda a los productores implementar con más esmero las técnicas culturales para el manejo de nematodos, ya que, si no toman medidas de control pronto y apropiadas se verán fuertemente afectadas las haciendas, por lo tanto, las pérdidas económicas podrían llegar a ser devastadoras, entre las técnicas destaca una de las principales como es una adecuada fertilización para tener un sistema radicular sano y bien nutrido, para que en el momento que exista un ataque de nematodos las raíces estén tan fuertes que no se volqué la planta y que al tener una gran cantidad de raíces, el agua y los nutrientes sigan siendo correctamente absorbidos por las plantas.

Otra opción muy recomendable sería modificar las condiciones del agrosistemas que actualmente tienen en las haciendas, con técnicas como el uso de hongos nematofágos, mismos que nos ayudaran a controlar la población de nematodos sin hacerles daño a los microorganismos presentes en el suelo, porque se puede evidenciar que dichos nematodos muestran que se adaptan bien a las condiciones locales como es el caso de *Meloidogyne*, para así, proteger la producción agrícola.

Este trabajo ha demostrado que el mayor porcentaje de productores manifiestan que el principal desafío que enfrentan al momento de control nematodos es la efectividad de los tratamientos y el alto costo de los productos, debido a esto, se recomienda comenzar a sembrar variedades de plantas que han sido desarrolladas específicamente para resistir ciertos nematodos, evitando así otras prácticas menos amigables con el medio ambiente y la salud de los agricultores como son la solarización, debido a que, utiliza el calor del sol para calentar el suelo, y la biofumigación.

Al implementar las recomendaciones mencionadas se beneficiarán los productores, de tal forma que, no gastarán grandes cantidades de dinero en nematicidas químicos, sino que también protegerán la salud e integridad de sus trabajadores, y podrán proteger los microorganismos benéficos del suelo presentes en sus haciendas, evitando así futuros problemas como acame de plantas, presencia de productos químicos en el fruto.

## REFERENCIAS

- Acosta, M. 2021. Efecto de dos nematicidas para el control de nematodos en dos variedades de banano: Cavendish y gran enano (en línea). Tesis Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador, UTB. 56 p. Consultado el 24 may. 2024. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ACOSTA%20PINARGOTE%20MAURICIO%20JAVIER.pdf>
- Cando, C. 2019. Efectos del trinchado de raíces de banano (*Musa AAA*) sobre la masa radical y la densidad poblacional de nemátodos (en línea). Tesis Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador, UTB. 50 p. Consultado el 14 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6137>
- Crespo J. 2019. Actividad antagonista de PGPR en nematodos fitoparásitos *Pratylenchus spp.* y *Radopholus similis* en *Musa acuminata (cavendish)* (en línea). Tesis Ing. Agr. Quevedo, Ecuador, UTQ. 106 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c691d89e-ecea-4237-9b88-57b4aabf63a2/content>
- Crozzoli, R. 2014. La Nematología agrícola en Venezuela. Ediciones de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Delgado, A. 2019. Maceración del pseudotallo en banano utilizando microorganismos de montaña en combinación con fertilizantes químicos para estimular el crecimiento del retorno (en línea). Machala, Ecuador, UTMACH. 97 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en [https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13844/1/DE00003\\_TR\\_ABAJODETITULACION.pdf](https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13844/1/DE00003_TR_ABAJODETITULACION.pdf)
- Duque, S; Monsalve, P; Restrepo, C. 2019. Intervención morfológica de la hoja de banano (en línea). Medellín, Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana. 65 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4968/Intervenci%C3%B3n%20morfol%C3%B3gica%20hoja%20banano..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ipiales, O; Cuichán, M. 2023. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) (en línea). Consultado el 24 may. 2024. Disponible en [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2022/Bolet%C3%ADn\\_tecnico\\_ESPAC\\_2022.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/Bolet%C3%ADn_tecnico_ESPAC_2022.pdf)

Litardo, N. 2023. Estado actual de la Marchitez por *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Foc) raza tropical 4 (R4T), en el cultivo de Banano, en el continente americano (en línea). Babahoyo, Ecuador, UTB. 29 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13819/E-UTB-FACIAGING%20AGROP-000281.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López, C; Barrezueta, ; Jaramillo, E; 2022. Efecto de hongos entomopatógenos para el control de nematodos en el sistema radicular del banano. *Revista Científica Agroecosistemas* 10(3):107-114. Consultado el 31 de jul. 2024. Disponible en <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/568/541>

Mayra, G; Rodríguez, H; Ventura, V; Hernández, D; Enrique, R; Pocasangre L. 2019. Los nematodos parásitos de plátanos y bananos (en línea). Costa Rica. 1ra ed. Marzo. 1p. Consultado el 15 may. 2024. Disponible en <http://www.projectmusa.eu/wp/wp-content/uploads/2019/05/manual-NEP-banano-MUSA1-Arreglado-small.pdf>

Mariscal, A. 2020. Problemas de la comercialización de banano (*Musa paradisiaca*), en el Ecuador (en línea). Babahoyo, Ecuador, UTB. 33 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8507/E-UTB-FACIAGING%20AGROP-000105.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mendoza, D; Rodríguez, J; Cuenca, F; Rivera, E; Navarrete, R; Cañarte, J; Ernesto. 2019. Efecto de cuatro láminas de riego y *Meloidogyne spp.* sobre características agronómicas y de rendimiento de tomate de mesa *Solanum lycopersicum* L (en línea). Revista de la Universidad del Zulia 10 (20):28-41. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5380/1/iniapeppdf55.pdf>
- Medina, R. 2020. Manejo integrado del nematodo (*Radopholus similis*) en el cultivo de banano (Musa AAA) (en línea). Babahoyo, Ecuador. UTB. 29 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8373/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000256.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meza, A. 2022. Valor agregado de la fruta del banano (*Musa paradisiaca*) que no cumple con los parámetros establecidos para exportación (en línea). Babahoyo, Ecuador, UTB. 29 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13362/E-UTB-FACIAG-AGROP-000020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monar, E. 2020. Evaluación de la persistencia en el suelo de cuatro nematocidas comerciales para el manejo de nemátodos fitoparásitos (en línea). Tesis Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador. UTB. 51 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9098/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000263.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mosquera, J. 2023. Manejo de agroquímicos y su post uso en plantaciones bananeras comerciales en San Juan, Los Ríos (en línea). Tesis Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador, UTB. 76 p. Consultado el 24 may. 2024. Disponible en <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/14890/PI-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quinchiguano, V. 2023. Control biológico de nematodos con trichobiol (en línea). Tesis Ing. Agr. El Carmen, Ecuador. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. 40 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en

<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4637/1/ULEAM-AGRO-0156.pdf>

Ramírez, W. 2023. Situación actual de la producción y rentabilidad de los pequeños productores de banano en la zona de Los Ríos (en línea). Babahoyo, Ecuador. UTB. 24 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/15124/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000308.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rea, J. 2020. Evaluación de la eficiencia de enraizadores en el incremento de la masa radical del banano (*Musa AAA*) y su efecto en las poblaciones de nemátodos (en línea). Tesis Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador, UTB. 41 p. Consultado el 18 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8431/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000256.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruiz, R. 2021. Beneficios del uso de las diatomeas para reducir las poblaciones de nemátodos *Radopholus similis* y *Meloidogyne* spp. en el cultivo de Banano (en línea). Babahoyo, Ecuador. UTB. 18 p. Consultado el 17 de may. 2024. Disponible en <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/13169/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000441.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sanchez, J. 2022. Problemática de los Agroquímicos en las plantaciones de Cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador (en línea). Babahoyo, Ecuador. UTB. 34 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13325/E-UTB-FACIAG-AGRON-000032.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santillán, L. 2022. Efecto del uso de tierra de Diatomeas para controlar el nematodo (*Radopholus similis*) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) (en línea). Babahoyo, Ecuador. UTB. 36 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13319/E-UTB-FACIAG-AGRON-000030.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Solis, S; Goyes, K. 2023. Comparación de productos químico, biológico y Orgánico para el control de nemátodos en el cultivo de banano (*Musa acuminata sp*), en el cantón ventanas, Provincia los ríos (en línea). Tesis Ing. Agr. Guaranda, Ecuador. 99 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/5098/1/TESIS%20SELENA%20SOLIS.pdf>
- Triviño, C, Navia, D., Velasco, L. 2013. Guía para reconocer daño en raíces y métodos de muestreo y extracción de nematodos en raíces y suelo. Yaguachi, Ec. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja" . Boletín Divulgativo No 43 3. 17p.
- Vera, M. 2021. Uso de Enmiendas y Activadores Biológicos para el manejo de nematodos en el cultivo de banano (Musa AAA) zona Caracol, Cantón Babahoyo (en línea). Tesis MSc. Babahoyo, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 87 p. Consultado 15 may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10073/C-UTB-CEPOS-MPV-000004.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vera, C. 2022. Exportación de banano (*Musa x paradisiaca*) y su importancia en la economía de Ecuador (en línea). Babahoyo, Ecuador. UTB. 24 p. Consultado el 24 de may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13263/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000468.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,**  
**PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD**  
**DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**



**INCIDENCIA DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS Y PRÁCTICAS**  
**ASOCIADAS A SU MANEJO EN EL CULTIVO DE BANANO (*MUSA ×***  
***PARADISIACA* L.) EN EL CANTÓN PUEBLOVIEJO.**

### ENCUESTA

Por favor, se agradece que se tome unos minutos de su tiempo para completar la encuesta.

#### DATOS GENERALES DEL PRODUCTOR:

##### **Sexo del responsable de la finca:**

- a) Hombre
- b) Mujer

##### **Nivel de instrucción responsable finca**

- a) Ninguno
- b) Inicial
- c) Primaria
- d) Secundaria
- e) Universitario

##### **¿Cuál es el rango de edad de los productores bananeros?**

- a) Menos de 20 años
- b) Entre 20 y 40 años
- c) Más de 40 años

##### **¿Cuál es el principal método que utiliza para la preparación del suelo antes**

**de plantar banano?**

- a) Labranza convencional
- b) Labranza mínima
- c) Labranza cero (siembra directa)
- d) Uso de enmiendas orgánicas
- e) No realizo preparación del suelo

**¿Qué tipo de fertilización utiliza en su cultivo de banano?**

- a) Fertilización química
- b) Fertilización orgánica
- c) Combinación de fertilización química y orgánica
- d) No utilizo fertilizantes

**¿Con qué frecuencia aplica fertilizantes a sus plantas de banano?**

- a) Mensualmente
- b) Bimestralmente
- c) Trimestralmente
- d) Semestralmente
- e) Anualmente

**¿Qué método utiliza para el control de malezas en su cultivo de banano?**

- a) Herbicidas químicos
- b) Control manual (deshierbe)
- c) Uso de cultivos de cobertura
- d) No realizo control de malezas

**¿Qué tipo de riego utiliza en su cultivo de banano?**

- a) Riego por aspersion
- b) Riego por goteo
- c) Riego por gravedad
- d) Riego por microaspersión
- e) No utilizo riego

**¿Con qué frecuencia realiza el riego en sus plantas de banano?**



- a) Diariamente
- b) Semanalmente
- c) Quincenalmente
- d) Mensualmente
- e) Sólo durante la estación seca

**¿Qué estrategias utiliza para el manejo de plagas en su cultivo de banano?**

- a) Uso de insecticidas químicos
- b) Control biológico (depredadores naturales, microorganismos)
- c) Prácticas culturales (rotación de cultivos, barreras físicas)
- d) Monitoreo y trampas
- e) No realizo manejo específico de plagas

**¿Realiza algún tipo de análisis de suelo o foliar para determinar las necesidades nutricionales de sus plantas de banano?**

- a) Sí, análisis de suelo
- b) Sí, análisis foliar
- c) Sí, ambos análisis
- d) No, no realizo análisis

**¿Qué prácticas utiliza para mejorar la salud del suelo en su finca de banano?**

- a) Aplicación de compost o estiércol
- b) Uso de cultivos de cobertura
- c) Rotación de cultivos
- d) Aplicación de enmiendas químicas (cal, yeso)
- e) No realizo prácticas específicas para la salud del suelo

**¿Qué método principal utiliza para manejar los nematodos fitoparásitos en su finca de banano?**

- a) Rotación de cultivos
- b) Uso de nematicidas químicos
- c) Implementación de prácticas biológicas (uso de hongos, bacterias)
- d) Uso de cultivos de cobertura

e) No realiza ningún manejo específico

**¿Con qué frecuencia aplica nematicidas químicos en sus cultivos de banano?**

- a) Nunca
- b) Una vez al año
- c) Dos veces al año
- d) Tres veces al año
- e) Más de tres veces al año

**¿Qué tipo de nematicida utiliza con mayor frecuencia en su finca?**

- a) Carbamatos
- b) Organofosforados
- c) Biopesticidas
- d) Otros (especificar)
- e) No utilizo nematicidas

**¿Ha implementado alguna técnica biológica para el manejo de nematodos en su finca?**

- a) Sí, uso de hongos nematófagos
- b) Sí, uso de bacterias benéficas
- c) Sí, uso de extractos de plantas
- d) No, no he implementado técnicas biológicas
- e) No estoy seguro

**¿Con qué frecuencia realiza análisis de suelo para monitorear la presencia de nematodos?**

- a) Nunca
- b) Una vez al año
- c) Dos veces al año
- d) Cada dos años
- e) Más de dos veces al año
- f) Solo cuando hay un problema evidente

**¿Qué tan efectivos considera que son los métodos actuales de manejo de**

**nematodos en su finca?**

- a) Muy efectivos
- b) Efectivos
- c) Moderadamente efectivos
- d) Poco efectivos
- e) No efectivos

**¿Ha recibido capacitación sobre el manejo de nematodos fitoparásitos en los últimos tres años?**

- a) Sí
- b) No
- c) No estoy seguro

**¿Utiliza prácticas culturales (por ejemplo, desmalezado, solarización) para controlar los nematodos?**

- a) Sí, regularmente
- b) Sí, ocasionalmente
- c) No, nunca
- d) No estoy familiarizado con estas prácticas

**¿Qué fuentes de información utiliza para aprender sobre el manejo de nematodos en su finca?**

- a) Extensión agrícola (agentes de extensión)
- b) Internet y recursos en línea
- c) Otros agricultores
- d) Publicaciones científicas o técnicas
- e) No busco información específica

**¿Cuál es el principal desafío que enfrenta en el manejo de nematodos fitoparásitos en su finca?**

- a) Costo de los tratamientos
- b) Efectividad de los métodos disponibles
- c) Falta de conocimiento o información
- d) Resistencia de los nematodos a los tratamientos

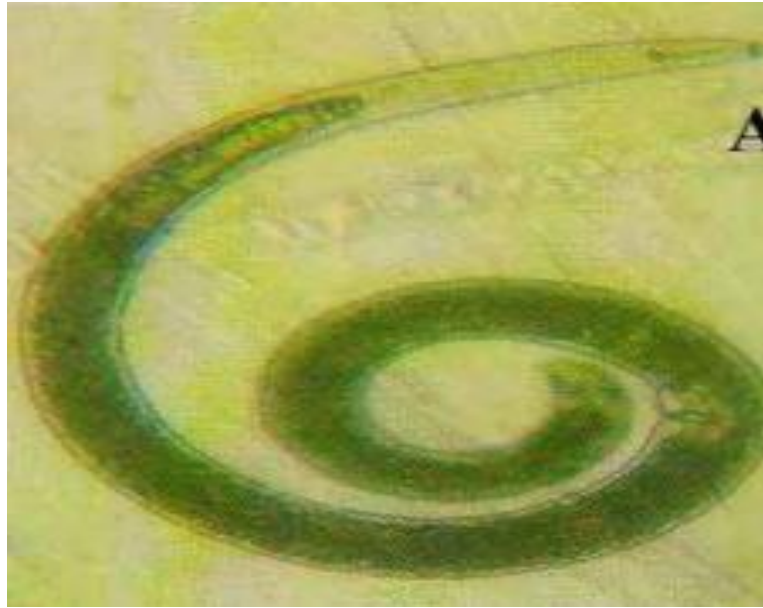
e) Otros (especificar)



**Figura 22.** *R. similis*  
**Fuente:** INIAP (2013).

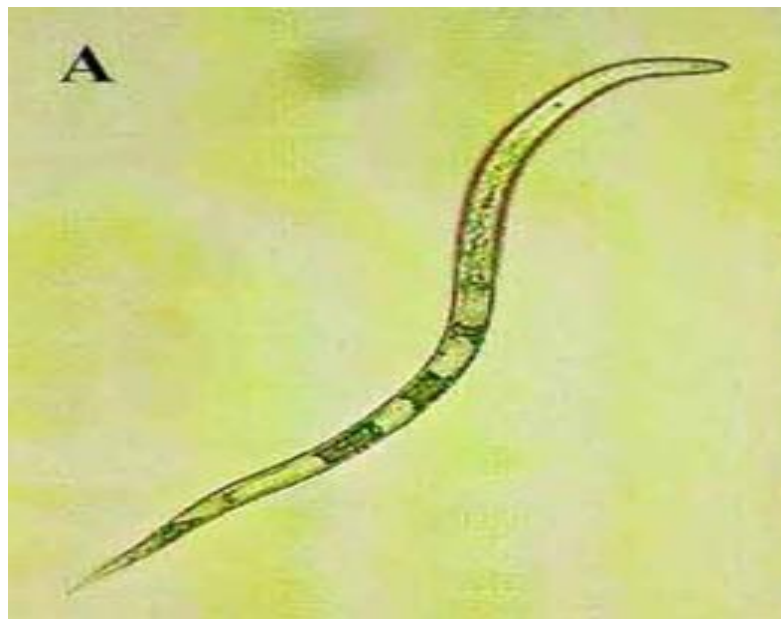


**Figura 23.** Cormo de banano afectado por nematodos  
**Fuente:** INIAP (2013).



**Figura 24.** *Helicotylenchus*

**Fuente:** INIAP (2013).



**Figura 25.** *Meloidogyne* spp.

**Fuente:** INIAP (2013).



**Figura 6.** Encuesta a productor bananero



**Figura 7.** Recolección de las muestras suelo y raíces



**Figura 8.** Medición de área a ser muestreada



**Figura 9.** Recolección de muestra



**Figura 10.** Encuesta sobre manejo a productor



**Figura 11.** Muestreo de suelo-raíces





**Figura 12.** Encuesta a bananero



**Figura 13.** Recolectada de información sobre manejo



**Figura 14.** Sedimento luego de Incubación



**Figura 15.** Lavado con bomba de presión.



**Figura 16.** Recolección de agua-nematodos



**Figura 17.** Peso de raíces en balanza gramera



**Figura 18.** Raíces antes de ser lavadas



**Figura 19.** Lavado de raíces



**Figura 20.** Picado de Raíces.



**Figura 21.** Raíces picadas en laboratorio



**Figura 22.** Vaciado de raíces para su posterior licuado



**Figura 23.** Colocada de tamices en orden de numeración



**Figura 24.** Lavada de tamiz



**Figura 25.** Cantidad de sedimento para análisis



**Figura 26.** Extracción de alícuotas de 2 ml



**Figura 27.** Identificación utilizando estereomicroscopio





**Figura 28.** Análisis de muestras



**Figura 29.** Estudio de densidad de nematodos