

# UCUENCA

## Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

**Evaluación de tres extractos naturales en el manejo de poblaciones de nemátodos fitófagos en banano (*Musa sapientum* L) variedad Filipino a nivel de fincas convencionales de Machala – El Oro**


Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

**Autor:**

Elvis Enrique Salazar Zhunio

**Director:**

Walter Iván Larriva Coronel

ORCID:  0000-0002-9292-1119

Cuenca, Ecuador

2024-02-02

## Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la eficiencia nematicida de tres extractos naturales (neem, aceite de ricinus y lixiviado de raquis de banano) para el manejo de poblaciones de nemátodos fitófagos en el cultivo de banano de la variedad filipino. Para la cual fueron evaluadas las poblaciones iniciales de infestación de nemátodos en suelo y raíz antes de la aplicación de los productos en mención, se determinó también las densidades poblacionales de nemátodos a los 60 y 90 días de aplicación de cada producto. Las muestras fueron recolectadas y enviadas al laboratorio, para extraer los nemátodos en raíces se utilizaron tamices, mientras que en suelo se usó el embudo de Baermann. Se evaluó cinco tratamientos en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Como principales resultados se pudo evidenciar un efecto positivo en la reducción poblacional de *Helicotylenchus spp.* y *Pratylenchus spp.* en las plantas tratadas con el extracto a base de neem, resultado estadísticamente similar al nematicida químico Verango. Los resultados también indican que hubo un efecto significativo en las variables: tamaño del racimo final y en el peso fresco total del racimo de aquellas plantas tratadas con Verango, el resto de tratamientos no influyeron positivamente en las variables evaluadas, el testigo químico tuvo un costo de aplicación de \$ 41,88, mientras que el extracto a base de neem \$ 25,92; aunque el resto de tratamientos no fueron diferentes significativamente al testigo absoluto, se considera conveniente continuar evaluando su capacidad nematicida.

*Palabras clave:* aceites vegetales, lixiviado, incidencia, nemátodos, banano



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

**Repositorio Institucional:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

### Abstract

The present research work was carried out with the objective of evaluating the nematicidal efficiency of three natural extracts (neem, ricinus oil and leaching of banana rachis) for the management of populations of phytophagous nematodes in banana cultivation of the Philippine variety. For which the initial populations of infestation of nematodes in soil and root were evaluated before the application of the mentioned products, the population densities of nematodes at 60 and 90 days of application of each product were also determined. The samples were collected and sent to the laboratory, sieves were used to extract the nematodes in the roots, while the Baermann funnel was used in the soil. Five treatments were evaluated in a randomized complete block design with four replications. As main results, it was possible to demonstrate a positive effect on the population reduction of *Helicotylenchus* spp. and *Pratylenchus* spp. in the plants treated with the neem-based extract, a statistically similar result to the chemical nematicide Verango. The results also indicate that there was a significant effect on the variables: final bunch size and on the total fresh weight of the bunch of those plants treated with Verango, the rest of the treatments did not present significant differences in the evaluated variables, the chemical control had an application cost of \$41,88, while the neem-based extract \$25,92; although the rest of the treatments were not significantly different from the control, it is considered convenient to continue evaluating their nematicidal capacity.

*Keywords:* vegetable oils, leachate, incidence, nematodes, banana



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

**Institutional Repository:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Índice de contenido

1. Introducción .....	11
1.1. Objetivos .....	12
1.1.1 Objetivo general.....	12
1.1.2 Objetivos específicos .....	12
2. Revisión bibliográfica .....	13
2.1. Cultivo de banano en el Ecuador.....	13
2.2. Producción de banano en la Provincia de El Oro.....	13
2.3. Problemas fitosanitarios que afectan al sector bananero.....	14
2.4. Nemátodos.....	14
2.5. Ciclo de vida.....	15
2.6. Daños.....	15
2.7. Métodos de control.....	16
2.8. Control químico .....	16
2.9. Control orgánico .....	17
3. Materiales y métodos.....	17
3.1. Ubicación del experimento .....	17
3.2. Materiales y equipos.....	19
3.3. Manejo del Experimento.....	19
3.4. Aplicación de los tratamientos en campo.....	19
3.5. Toma de muestras de suelo y raíces.....	20
3.7. Extracción de nemátodos en raíz .....	20
3.8. Extracción de nemátodos en suelo.....	21
3.9. Identificación y contabilización poblacional de nemátodos .....	21
3.10. Variables evaluadas.....	22
3.10.1. Población de nemátodos .....	22
3.10.2. Diámetro del pseudotallo .....	22
3.10.3. Tamaño del racimo .....	22
3.10.4. Número de manos por racimo.....	22
3.10.5. Calibre de los dedos de la fruta cosechada (mm) .....	22
3.10.6. Categoría para cada mano y rendimiento del racimo.....	22
3.11. Diseño experimental .....	23
3.12. Croquis en campo.....	23
3.13. Análisis de los datos .....	23

4. Resultados.....	24
4.1. Población inicial de nemátodos en raíz y suelo antes de realizar la aplicación de los tratamientos en estudio.....	24
4.2. Efecto de los extractos naturales sobre huevos de nemátodos a las 48 y 72 horas. ....	27
4.3. Efecto de las aplicaciones de los extractos naturales sobre la población de nemátodos en raíces y suelo a los 60 dda y 90 dda. ....	27
4.3.1. Nemátodos en raíces.....	27
4.3.1.1. Densidad poblacional de <i>Radopholus similis</i> .....	27
4.3.1.2. Densidad poblacional de <i>Helicotylenchus spp.</i> .....	29
4.3.1.3. Densidad poblacional de <i>Meloidogyne spp.</i> ....	31
4.3.1.4. Densidad poblacional de <i>Pratylenchus spp.</i> .....	33
4.3.2. Nemátodos en suelo.....	35
4.4. Efecto agronómico de los extractos naturales en el manejo de la población de nemátodos en el cultivo de banano.....	37
4.4.1. Diámetro de tallo .....	37
4.4.2. Tamaño del racimo .....	38
4.4.3. Número de manos por racimo .....	38
4.4.4. Calibre de los dedos de la fruta cosechada (mm) .....	38
4.4.5. Categoría para cada mano y rendimiento del racimo.....	38
4.5. Análisis de costos variables entre los tratamientos implementados.....	39
5. Discusión .....	40
Conclusiones .....	43
Recomendaciones .....	44
Referencias.....	45
Anexos.....	50

**Índice de figuras**

Figura 1.	Mapa de ubicación del área de estudio en la provincia de El Oro .....	18
Figura 2.	Croquis en campo correspondiente al área de estudio.....	23
Figura 3.	Población inicial de nemátodos presentes en 100 g de raíces a los 0 días antes de la aplicación inicial de los tratamientos.....	26
Figura 4.	Población inicial de nemátodos presentes en 100 cm <sup>3</sup> de suelo a los 0 días antes de la aplicación inicial de los tratamientos.....	27
Figura 5.	Densidad poblacional de <i>Radopholus similis</i> en 100 g de raíces a los 60 y 90 días realizada la aplicación de los tratamientos. ....	28
Figura 6.	Densidad poblacional de <i>Helicotylenchus</i> spp. en 100 g de raíces a los 60 y 90 días realizada la aplicación de los tratamientos. ....	29
Figura 7.	Densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp. en 100 g de raíces a los 60 y 90 días realizada la aplicación de los tratamientos. ....	32
Figura 8.	Densidad poblacional de <i>Pratylenchus</i> spp. en 100 g de raíces a los 60 y 90 días realizada la aplicación de los tratamientos. ....	33
Figura 9.	Densidad poblacional de nemátodos en 100cm <sup>3</sup> de suelo a los 60 días realizada la aplicación inicial de los tratamientos. ....	35
Figura 10.	Densidad poblacional de nemátodos en 100cm <sup>3</sup> de suelo a los 90 días realizada la aplicación inicial de los tratamientos. ....	36

## Índice de tablas

Tabla 1. Pruebas de normalidad de los datos recolectados de nemátodos en raíces. ....	24
Tabla 2. Pruebas de normalidad de los datos recolectados de nemátodos en suelo.....	24
Tabla 3. Prueba de Homogeneidad de varianza de los datos recolectados en raíces.....	24
Tabla 4. Prueba de Homogeneidad de varianza de los datos recolectados en suelo. ....	25
Tabla 5. ANOVA para <i>Helicotylenchus</i> spp. por Tratamientos a los 60 dda. ....	30
Tabla 6. Pruebas de Múltiple Rangos para <i>Helicotylenchus</i> spp. por Tratamientos a los 60 dda.....	30
Tabla 7. ANOVA para <i>Helicotylenchus</i> spp por Tratamientos a los 90 dda. ....	30
Tabla 8. Pruebas de Múltiple Rangos para <i>Helicotylenchus</i> spp. por Tratamientos a los 90 dda.....	31
Tabla 9. ANOVA para <i>Meloidogyne</i> spp. por Tratamientos a los 60 dda. ....	32
Tabla 10. Pruebas de Múltiple Rangos para <i>Meloidogyne</i> spp. por Tratamientos a los 60 dda. ....	32
Tabla 11. ANOVA para <i>Pratylenchus</i> spp. por Tratamientos a los 60 dda.....	34
Tabla 12. Pruebas de Múltiple Rangos para <i>Pratylenchus</i> spp. por Tratamientos a los 60 dda. ....	34
Tabla 13. ANOVA para <i>Pratylenchus</i> spp. por Tratamientos a los 90 dda.....	34
Tabla 14. Pruebas de Múltiple Rangos para <i>Pratylenchus</i> spp. por Tratamientos a los 90 dda. ....	34
Tabla 15. Prueba de normalidad según el Test de Shapiro-Wilk. ....	37
Tabla 16. Prueba de Homogeneidad de varianza mediante la prueba de Levene's. ....	37
Tabla 17. ANOVA para Tamaño del racimo final por Tratamientos ....	38
Tabla 18. Pruebas de Múltiple Rangos para Tamaño del racimo final por Tratamientos .....	38
Tabla 19. ANOVA para Peso fresco total por Tratamientos.....	39
Tabla 20. Pruebas de Múltiple Rangos para Peso fresco total por Tratamientos.....	39
Tabla 21. Costos de aplicación de cada tratamiento en el estudio realizado. ....	39
Tabla 22. ANOVA para larvas de nemátodos eclosionadas por TRATAMIENTOS a las 48 horas.....	50
Tabla 23. Pruebas de Múltiple Rangos para larvas de nemátodos eclosionadas por TRATAMIENTOS a las 48 horas.....	50
Tabla 24. Tabla ANOVA para larvas de nemátodos eclosionadas por TRATAMIENTOS a las 72 horas.....	50
Tabla 25. Pruebas de Múltiple Rangos para larvas de nemátodos eclosionadas por TRATAMIENTOS a las 72 horas.....	50

Tabla 26. ANOVA para Radopholus similis por Tratamientos a los 60 dda. ....	50
Tabla 27. ANOVA para Radopholus similis por Tratamientos a los 90 dda. ....	51
Tabla 28. Pruebas de Múltiple Rangos para Radopholus similis por Tratamientos a los 60 dda. .....	51
Tabla 29. Pruebas de Múltiple Rangos para Radopholus similis por Tratamientos a los 90 dda. .....	51
Tabla 30. ANOVA para Meloidogyne spp. por Tratamientos a los 90 dda. ....	51
Tabla 31. Pruebas de Múltiple Rangos para Meloidogyne spp. por Tratamientos a los 90 dda. .....	51
Tabla 32. ANOVA para Helicotylenchus spp. por Tratamientos a los 60 dda. ....	52
Tabla 33. ANOVA para Meloidogyne spp. por Tratamientos a los 60 dda. ....	52
Tabla 34. ANOVA para Helicotylenchus spp. por Tratamientos a los 90 dda. ....	52
Tabla 35. ANOVA para Meloidogyne spp. por Tratamientos a los 90 dda. ....	52
Tabla 36. Pruebas de Múltiple Rangos para Helicotylenchus spp. por Tratamientos a los 60 dda.....	52
Tabla 37. Pruebas de Múltiple Rangos para Meloidogyne spp. por Tratamientos a los 60 dda. .....	52
Tabla 38. Pruebas de Múltiple Rangos para Helicotylenchus spp. por Tratamientos a los 90 dda.....	53
Tabla 39. Pruebas de Múltiple Rangos para Meloidogyne spp. por Tratamientos a los 90 dda. .....	53
Tabla 40. ANOVA para Diámetro del tallo inicial y final por Tratamientos. ....	53
Tabla 41. Pruebas de Múltiple Rangos para Diámetro del tallo inicial y final por Tratamientos. .....	53
Tabla 42. ANOVA para Tamaño del racimo inicial por Tratamientos.....	54
Tabla 43. Pruebas de Múltiple Rangos para Tamaño del racimo inicial por Tratamientos...	54
Tabla 44. Tabla ANOVA para Número de manos por racimo por Tratamientos .....	54
Tabla 45. Pruebas de Múltiple Rangos para Número de manos por racimo por Tratamientos .....	54
Tabla 46. Tabla ANOVA para el Calibre de los dedos de la fruta cosechada por Tratamientos .....	54
Tabla 47. Pruebas de Múltiple Rangos para Calibre de los dedos de la fruta cosechada por Tratamientos. ....	55



## Agradecimientos

Doy gracias a Dios por haberme otorgado unos padres maravillosos que hicieron el esfuerzo para que pudiera terminar mi carrera universitaria y sobre todo por impartirme su sabiduría que con paciencia se llega a donde se quiere.

A mis docentes que con sus enseñanzas fueron una guía en este proceso universitario para alcanzar este logro y poder convertirme en un profesional.

Agradezco a mi Tutor de tesis Ing. Agr. Walter Larriva C. MSc., quien gracias a su conocimiento, experiencia, motivación y paciencia me orientó en la investigación.

Elvis Enrique Salazar Zhunio.

## Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mis padres quienes son las personas más influyentes en mi vida y han creído en mí siempre, los mismos han sabido aconsejarme, guiarme haciéndome un hombre de bien dándome un ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo.

Es por eso que este trabajo se lo dedico a ellos porque han fomentado en mi ese deseo de superación y de triunfo en la vida lo que ha contribuido a la consecución de este logro.

Elvis Enrique Salazar Zhunio.

## 1. Introducción

El banano es una de las frutas más consumidas tanto a nivel nacional como internacional, se lo considera como el cultivo más representativo del Ecuador y a nivel mundial es conocido como un país bananero encontrándose entre los países más productores de banano en el mundo (Rodríguez, 2019), si bien está entre las especies frutales más baratas en el mercado local es un cultivo que ocupa mucha mano de obra (Valencia, 2018).

El sector bananero sufre pérdidas económicas considerables, estas pérdidas en su mayoría se deben a problemas fitosanitarios graves y en ocasiones difíciles de controlar, los mismos son causados por plagas y enfermedades como la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), Moko (*Ralstonia solanacearum*) y el Mal de Panamá la misma que es causada por el hongo *Fusarium oxysporum cubense*, entre las principales plagas se encuentran el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y los nemátodos (*Radopholus similis*, *Pratylenchus*, *Meloidogyne* y *Helicotylenchus*) (Quiróz, 2019).

La presencia de nemátodos en especies pertenecientes a la familia de las Musaceae son considerados como un verdadero problema, en muchas plantaciones del Ecuador la presencia de nemátodos ocasiona una reducción en la producción, esto al final se ve reflejado en la baja productividad del cultivo, así como también en una baja rentabilidad para los productores bananeros (Mackliff, 2012). Las pérdidas estimadas y ocasionadas por nemátodos permiten entender la importancia para tratar este problema, se ha estimado que cerca del 10% de la producción mundial de cultivos se pierde como resultado de los daños causados por nemátodos (Whitehead 1997; Armendariz, Quiña, Ríos, & Landázuri, 2015)

El nemátodo barrenador *Radopholus similis* es considerado el más dañino en el cultivo de banano; sin embargo, *Pratylenchus*, *Meloidogyne* y *Helicotylenchus* también ocasionan significativas pérdidas a este cultivo (Zatán, 2018). Agroquímicos como organofosforados o carbamatos son utilizados para reducir la población de estos organismos (Meneses, 2003), no obstante, algunos de estos productos tienen proyecciones de salir del mercado debido a la residualidad y persistencia que presenta en suelo y planta (Saire, 2017).

Si consideramos que el mercado a nivel mundial es cada vez más exigente en lo referente al uso de agroquímicos en general y los residuos de pesticidas en los alimentos en particular, es necesario de alguna manera minimizar su aplicación y así reducir los riesgos sociales y ambientales (FAO, 2018), por esta razón es fundamental encontrar nuevas alternativas de manejo de organismos fitófagos que afectan a este tipo de cultivo, alternativas que sean amigables con el ambiente y que no generen residuo alguno a nivel del producto de consumo.

Por lo que el propósito de esta investigación fue evaluar tres extractos naturales de origen botánico y así poder determinar la eficiencia en el control de nemátodos en el cultivo de banano, así también nos permita brindar alternativas de manejo sustentables y sostenibles tanto desde el punto de vista medioambiental como en la reducción de la población de nemátodos, a niveles que no afecten al cultivo y reducir de algún modo la dependencia de nematicidas convencionales, ya que como mencionan Salazar et al. (2012) la aplicación de productos orgánicos constituye una de las mejores alternativas para controlar estos parásitos sin afectar el ecosistema ni la salud humana.

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1 Objetivo general

- Evaluar la eficiencia de tres extractos naturales para el manejo de las poblaciones de nemátodos fitófagos presentes en el cultivo de banano (*Musa sapientum L*) variedad Filipino.

### 1.1.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la acción de los extractos naturales a nivel de huevos de nemátodos.
2. Evaluar la eficiencia de los extractos naturales a nivel del suelo
3. Evaluar la eficiencia de los extractos naturales a nivel de raíz.
4. Realizar una comparación de costos variables entre los tratamientos implementados.

## 2. Revisión bibliográfica

### 2.1. Cultivo de banano en el Ecuador

El origen del banano radica en el continente asiático y en el país llegó a establecerse como un cultivo comercial al inicio de los años 50, a partir desde ese entonces este cultivo se ha convertido en el segundo generador de ingresos económicos para el Ecuador después del petróleo (Cabanilla, 2018), ya que como menciona Valencia (2018) el banano ecuatoriano es tan apreciado a nivel internacional, siendo el responsable del 30% de la oferta de esta fruta a nivel mundial y representa el 10% de las exportaciones totales. Ecuador posee una clara ventaja comparativa, la misma que se debe al resultado de diferentes características de los factores de capital, tierra, trabajo, siendo todos estos factores los que han convertido al país en el mayor exportador mundial de banano, seguido únicamente por Filipinas y Costa Rica (Vásquez, 2010).

El cultivo de banano es considerado como una importante actividad económica para el país, además representa un sustancial aporte en el desarrollo económico para el sector agrícola, por ser un generador de fuentes de trabajo (Tigasi, 2017), en el país existe un total de 165 080 hectáreas de banano cultivadas, las mismas que están distribuidas en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos, siendo en esta última donde se concentra la mayor producción de banano con el 41,43% del total nacional (INEC, 2021)

### 2.2. Producción de banano en la Provincia de El Oro

La producción de banano como cultivo de exportación en la provincia de El Oro tiene su origen en el año 1934, siendo la variedad Gross Michel la que se exportó por primera vez, los primeros cultivadores de esta variedad en la provincia fueron los señores Luís Landívar y Pedro Noles, los mismos que exportaron a los mercados internacionales esta fruta tan apetecida en el Mundo (Angulo, 2009). Para la historia de la provincia, se consideró un cambio de gran relevancia debido a que la mayoría de agricultores dejaron las actividades productivas tradicionales como café y cacao para incursionar en la producción bananera la misma que ha tenido un crecimiento económico significativo (Valencia, 2018).

En la actualidad la provincia de El Oro es la tercera provincia productora de banano a nivel nacional, existen aproximadamente 4 000 productores de esta fruta, los mismos que están ubicados en los cantones de Machala, Pasaje, El Guabo, Santa Rosa y Arenillas (Cabanilla, 2018), según datos del INEC (2021) en la provincia de El Oro hay un total de 43 416 ha de banano, las mismas que generan fuentes de empleo para las personas de los diferentes

cantones donde se encuentra este cultivo, generando empleo directo a más de 200 000 personas (Valencia, 2018).

En cuanto a las variedades cultivadas se destacan Cavendish, Baby banana o guineo orito, Banana rose, Lacatan o Filipino, siendo la variedad Cavendish la más cotizada a nivel internacional tomando en cuenta que 55 millones de toneladas de banano producidas anualmente a nivel mundial son de tipo Cavendish (Cabanilla, 2018).

### 2.3. Problemas fitosanitarios que afectan al sector bananero

Entre los principales problemas que afecta al sector bananero se encuentran las plagas y enfermedades, las cuales atacan al cultivo causando con ello disminución en la cantidad y calidad de las cosecha, así incremento en los costos de producción; esta dificultad se intensifica en nuestro país porque actualmente en la industria bananera son pocas las investigaciones que se ejecutan para combatir este mal, ya que estas sólo son realizadas por las empresas privadas (Aguilar, 2015). Entre las principales enfermedades del banano y las que mayor daño ocasionan a este cultivo son: Sigatoka negra, Mal de Panamá y los nemátodos, ya que como menciona Mackliff (2012) la presencia de nemátodos es una de las causas de la reducción de la producción en muchas plantaciones.

### 2.4. Nemátodos

Son considerados como un verdadero problema debido a los daños que pueden causar a los diferentes cultivos, siendo el nemátodo *Radopholus similis* el más dañino en el cultivo de banano; sin embargo, algunas especies de los géneros *Pratylenchus*, *Meloidogyne* y *Helicotylenchus* también ocasionan significativas pérdidas a este cultivo (Salazar, Arroyave, & Aristizábal, 2012). Estos nemátodos se han convertido en los principales patógenos del sistema radicular del banano como consecuencia del cambio en el periodo de los años 50 y 70 de la variedad Gros Michel, la misma que fue susceptible a *Fusarium oxysporum cubense* causante de la enfermedad del mal de Panamá y la cual fue reemplazada por cultivares Cavendish resistentes a la enfermedad, pero susceptibles a dichos nemátodos (Zatán, 2018).

Los nemátodos parásitos que afectan las plantaciones de banano se diferencian en tres grupos: endoparásitos como *Radopholus similis* que causan lesiones profundas en las raíces; endoparásitos facultativos como *Helicotylenchus multicintus* que provocan lesiones menos profundas y nemátodos de agallas representado por la especie *Meloidogyne* (Cedeño, 2017).

## 2.5. Ciclo de vida

El ciclo de vida va a depender de las condiciones favorables en el trópico en el cual se encuentren ya que la mayoría de la especies de nemátodos tienen un ciclo de vida corto y pueden completar varias generaciones en una misma estación del año, por lo general su ciclo de vida se divide en tres estados diferentes (huevo, larva y adulto), teniendo el estado larvario cuatro estadíos juveniles antes de transformarse en adultos; el tiempo que llegue a durar cada estado y estadío va a diferir para cada especie y también van a depender de factores como la temperatura, la humedad y la planta huésped (Coyne, Nicol, & Cole, 2007).

Se pueden distinguir dos categorías principales de nemátodos, las mismas que van a depender según la relación que estos establezcan con sus plantas hospederas; entre estas categorías se tienen: aquellos que pasan todo su ciclo biológico en el suelo sin penetrar las raíces (ectoparásitos), aquellos que penetran completamente las raíces (endoparásitos sedentarios y migratorios) y por otra los que atacan la parte aérea de las plantas (Rocha, 2018).

## 2.6. Daños

Los nemátodos al ser muy pequeños pueden ocasionar daños significativos a los cultivos, dado a que estos seres fitófagos son difíciles de ser observados en campo, los síntomas ocasionados por daños suelen ser inespecíficos, se estima que los daños causados reducen la producción agrícola en un 10 % a nivel mundial (Armendariz et al., 2015). Coyne et al. (2007) también mencionan que los niveles de daño van a depender de diversos factores tales como su densidad poblacional, la virulencia de las especies y la resistencia o tolerancia que pueda presentar la planta huésped. Otros factores que también influyen son el clima, disponibilidad de agua, condiciones edáficas y fertilidad del suelo.

A nivel mundial los nemátodos son considerados como los principales problemas fitosanitarios que afectan al banano (Lara & Núñez, 2016), estos ocasionan un daño directo al sistema radicular produciendo lesiones y pudriciones afectando al desarrollo normal de la planta lo que provoca la caída de la planta (Bautista, Bolaños, Asakawa, & Villegas, 2015), estos seres fitófagos pueden ocasionar pérdidas económicas al sector bananero de hasta un 50% (Espinoza, 2017).

## 2.7. Métodos de control

El uso intensivo de plaguicidas sigue siendo una alternativa viable para el control de plagas y enfermedades, particularmente en las plantaciones bananeras debido a que son muy susceptibles a infestaciones de organismos fitófagos como son los nemátodos (FAO, 2018).

La contaminación producida por el uso intensivo de estos agroquímicos ha despertado el interés por encontrar nuevas estrategias para el control de estos organismos, alternativas que deben tener como característica fundamental ser amigables con el ambiente, lo cual es una respuesta al aumento de regulaciones y restricciones en el uso de nematicidas y a la demanda de productos de agricultura orgánica (Bautista et al., 2015).

## 2.8. Control químico

En la actualidad este método es el más común para controlar la población de nemátodos en los cultivos, siendo los organofosforados (Cadusafos, Terbufos, *Ethoprophos*) y carbamatos (Oxamyl) los compuestos más utilizados, los cuales se aplican sobre la superficie del suelo alrededor de la planta ya sea en forma de gránulos (no fumigantes) o tipo drench (fumigantes). El uso de estos compuestos es criticado desde el punto de vista ambiental debido a que son altamente tóxicos lo que conlleva un riesgo para la salud humana así como también para el medio ambiente (Faske & Hurd, 2015).

Estos factores han sido de relevancia para buscar nuevos compuestos, si bien siguen siendo de síntesis química los mismos deberán ser lo menos dañinos tanto para la salud del personal como para el ambiente, un nematicida cuya sustancia activa es menos tóxica en comparación al de nematicidas convencionales tradicionales es el fluopyram (Saire, 2017).

El fluopyram es un fungicida-nematicida de acción prolongada es decir que permite al cultivo mantener bajos índices de infestaciones de nemátodos y un sistema radicular óptimo, su mecanismo de acción es sobre los procesos de respiración de los nemátodos inhibiendo el flujo de succinato deshidrogenasa en la mitocondria de la célula de estos organismos fitófagos (Bayer, 2020). Tiene una alta eficacia sobre nemátodos como *R. similis* y *Meloidogyne* aunque también resulta efectivo para las demás especies que afectan al cultivo de banano; en estudios realizados *in vitro* se evidenció una inmovilidad de más del 50% de *Meloidogyne* y *Rotylenchulus reniformis* luego de 24 horas de exposición a una concentración de 2,0 ug/ml por lo que se determinó que el fluopyram tiene un efecto nemastático a bajas concentraciones inhibiendo la infestación de estos nemátodos en raíces de tomate (Faske & Hurd, 2015).



## 2.9. Control orgánico

Ante la creciente presión social del mercado nacional e internacional en el uso indiscriminado y la acción de los pesticidas en general y de los nematocidas en particular, se pretende encontrar nuevas alternativas de control menos dañinas que permitan reemplazar de cierto modo el uso excesivo de estos productos y que a su vez contribuya a una mejora y sostenibilidad tanto del suelo como del cultivo (Sánchez, 2011).

Una alternativa viable es la utilización de extractos vegetales así como también de lixiviados a partir del raquis de banano, los extractos de plantas como neem, higuera, tabaco, ajo entre otras, contienen compuestos como alcaloides, saponinas, taninos, glicósidos, flavonoides, triterpenoides y esteroides, demostrando así tener potencial para controlar poblaciones de nemátodos (Delgado, 2010). Con este mismo objetivo, en la actualidad se está empleando lixiviados obtenidos a partir de residuos de plátano y banano, los mismos que están siendo usados para el “control” de enfermedades fúngicas como sigatoka negra y moko (Garcés, 2010).


## 3. Materiales y métodos

### 3.1. Ubicación del experimento

La investigación se llevó a cabo en un predio de la Finca “FANICITA” ubicada en la provincia de El Oro, cantón Machala, sitio la Unión Colombiana con coordenadas X  $-3^{\circ}18'04,43''$  S; Y  $-79^{\circ}52'29,74''$  O a una altura de 18 m s. n. m. aproximadamente, con temperatura promedio anual de  $25^{\circ}\text{C}$  y precipitación anual que fluctúa entre 0 a 1 250 mm acumulada en el período de diciembre a mayo que son los meses en los que más llueve, el período de mayor temperatura se encuentra en los meses de marzo a abril, mientras que el período de menor temperatura se presenta en los meses de agosto a octubre.



## Leyenda

 AREA DE ESTUDIO

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
 CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

ESCALA: 1:8000  
 FECHA: 20/12/2022  
 PROVINCIA: EL ORO  
 CANTÓN: MACHALA  
 SECTOR: LA UNIÓN COLOMBIANA  
 FUENTE: GOOGLE MAPS  
 SISTEMA DE COORDENAS  
 PROYECTADA UTM 17 SUR WGS 84

**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio en la provincia de El Oro

### 3.2. Materiales y equipos

Equipos de laboratorio	Materiales de campo	Productos Químicos y Orgánicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microscopio</li> <li>• Placa de Petri</li> <li>• Portaobjetos</li> <li>• Vasos graduados</li> <li>• Embudo de Baermann</li> <li>• Bandejas</li> <li>• Tamices N° 60,140 y 500</li> <li>• Balanza</li> <li>• Licuadora</li> <li>• Papel filtro</li> <li>• Contador de nemátodos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barreta</li> <li>• Pala</li> <li>• Fundas plásticas</li> <li>• Machete</li> <li>• Spray</li> <li>• Marcador permanente</li> <li>• Calibrador.</li> <li>• Cinta de medición</li> <li>• Bomba de mochila.</li> <li>• Cuaderno de campo</li> <li>• Cámara fotográfica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verango (fluopyram)</li> <li>• Neem</li> <li>• Aceite de Ricinus.</li> <li>• Lixiviado de raquis de banano.</li> </ul>

### 3.3. Manejo del Experimento

Seleccionado el lote se implementó el respectivo diseño experimental, se contabilizó las plantas a usarse en la investigación, a cada tratamiento se le asignó un color de cinta diferente las mismas que fueron amarradas en el pseudotallo de las plantas esto con el fin de que se pudieran diferenciar las plantas a las cuales había que aplicar cada producto. Posteriormente en cada repetición de los tratamientos de estudio se efectuó un muestreo de suelo y raíces de las 4 plantas centrales, de tal modo que cada muestra estuvo formada de 4 submuestras, el muestreo se realizó dirigido a hijos de 1,50 – 2,0 m de altura con la finalidad de determinar la densidad poblacional inicial de nemátodos antes de la primera aplicación de los productos a investigar.

### 3.4. Aplicación de los tratamientos en campo

Los tratamientos fueron aplicados con una diferencia de dos semanas, ésta se realizó tipo drench, se efectuó dos aplicaciones: una inicial en la etapa de desarrollo de la bellota y la final en la etapa de llenado del racimo, para esto se utilizó bombas de mochila de capacidad de 20 litros, las dosis para los 20 litros de agua fueron de 150 ml (Neem), 3,6 litros (lixiviado de raquis de banano), 140 ml (aceite de *Ricinus*) y 125 ml (Verango), aplicando directamente a la base del tallo del hijo de 1,50 – 2,0 m de altura.

### 3.5. Toma de muestras de suelo y raíces

Los muestreos se realizaron siete días después de aplicado cada tratamiento, de cada repetición de los tratamientos de estudio se tomó una muestra formada de las 4 plantas centrales seleccionadas, todas estas ya florecidas con un hijo de sucesión de 1,50 – 2,0 m de altura, de la parte frontal del hijo a una distancia de 5 cm de la base de la planta madre se procedió a realizar un hoyo con dimensiones de 30 cm de largo x 15 cm de ancho x 30 cm de profundidad.

El suelo y raíces de cada hoyo se colectaron y colocaron en un recipiente para homogenizar, luego se tomó una muestra representativa, estas muestras se colocaron en bolsas plásticas debidamente etiquetadas con la ubicación, fecha, tipo de cultivo e identificación de muestra, ya etiquetadas fueron ubicadas dentro de una hielera para evitar que se deshidraten, se las conservó en una refrigeradora a temperatura de 10 a 15 °C para después ser llevadas al laboratorio para su posterior análisis.

### 3.6. Extracción de huevos de nemátodos

El método utilizado para la extracción de huevos fue mediante el tamizado que consiste en lavar por varios minutos las muestras de suelo y raíces a través de tamices sobrepuestos (60, 140, 200 mesh), el sedimento contenido en el tamiz de 200 se lavó con una piceta y se recolectó en un vaso graduado de 100 ml. Con la ayuda del microscopio y un recolector se extrajeron un total de 320 huevos de nemátodos.

Para la incubación se usó pequeñas secciones de material vegetal (rodajas de zanahoria) las mismas que fueron colocadas dentro de cajas Petri, se hicieron 4 repeticiones es decir 4 cajas Petri por tratamiento, dentro de cada caja se colocaron 4 rodajas de zanahoria y sobre cada rodaja se colocaron 5 huevecillos, una vez finalizado este procedimiento se cubrió las muestras con la solución previamente preparada de cada extracto vegetal, estas fueron llevadas a la estufa y se las dejó a 20 °C. El paso final fue realizar el conteo de larvas vivas a las 48 y 72 horas.

### 3.7. Extracción de nemátodos en raíz

La extracción de nemátodos se realizó mediante el uso de tamices o bandejas de extracción metodología descrita por (Araya 2002; Coyne et al., 2007), una vez en el laboratorio se procedió a lavar las raíces de cada muestra para eliminar los residuos de suelo, con un cuchillo se separaron las raíces funcionales (raíces sanas color blancas o cremosas), no funcionales (tejido con coloraciones rojizas y parcialmente necrosadas ) y ahogadas (raíces podridas), en una balanza digital se pesaron por separado cada grupo de raíces, luego de

pesadas se cortaron en trozos de 1 cm aproximadamente y se homogenizaron para tomar una muestra total de 100 g, esta muestra se colocó en una licuadora y se le añadió 200 ml de agua, las raíces se licuaron en 2 etapas a baja velocidad por 30 segundos y luego en alta por 30 segundos, este licuado se tamizó con un juego de tamices N°(60,140,500 mesh) sobrepuestos de arriba hacia abajo, los tamices de 60 y 140 mesh se lavaron por 2 y 1 minuto respectivamente, el sedimento contenido en el tamiz de 500 se lavó con una piceta y se recolectó en un vaso de precipitación y se aforó hasta los 200 ml.

### **3.8. Extracción de nemátodos en suelo**

El método utilizado fue mediante embudo de Baermann, la extracción y cuantificación de nemátodos del suelo se realizó de una muestra de 100 cm<sup>3</sup>.

### **3.9. Identificación y contabilización poblacional de nemátodos**

El proceso de identificación de los diferentes géneros de nemátodos se realizó mediante la observación de las lesiones en el órgano afectado de la planta (raíz) y de las características morfológicas, con la ayuda del microscopio se observó las lesiones características de los distintos nemátodos, mientras que las características morfológicas se basó en la observación de la forma corporal típica del nemátodo basado en los detalles externos (cuerpo, cabeza y cola), todas estas observaciones se las comparó con las mostradas por la Guía para reconocer daño en raíces y métodos de muestreo y extracción de nemátodos en raíces y suelo descrita por Triviño et al. (2013).

Este procedimiento se realizó con ayuda del microscopio, de la suspensión homogenizada de agua con nemátodos de las raíces se tomó una alícuota de 2 ml con una pipeta, esta se colocó en la cámara de conteo de nemátodos el cual consiste en un portaobjeto marcado con cuadros de 0,5 cm y se procedió a colocar el cubreobjetos, el valor obtenido de la lectura de los 2 ml de la alícuota se multiplica por 400 y el equivalente corresponde a la densidad poblacional de nemátodos en 100 g de raíces (Araya, 2002).

De la solución de 10 ml de agua y nemátodos de la muestra del suelo se extrajo una alícuota de 1 ml y se la colocó en la cámara de conteo, este paso se repitió con 3 alícuotas de 1 ml del mismo vaso de precipitado y se sacó un promedio. Después mediante una regla de tres simple se determinó el número total de nematodos en los 10 ml de la muestra procesada, procedimiento propuesto por (Araya, 2002)

## **3.10. Variables evaluadas**

Las variables evaluadas fueron tomadas de las 4 plantas centrales las mismas que fueron marcadas con pintura en spray.

### **3.10.1. Población de nemátodos**

Como ya se mencionó anteriormente, antes de aplicar los tratamientos se realizó un análisis previo con lo cual se obtuvo la densidad poblacional inicial de nemátodos, se determinó la población de nemátodos en 100 g de raíces y suelo; posteriormente la recolección de muestras se realizó 7 días después de haber aplicado cada tratamiento. Una vez recolectadas las muestras se las envió al laboratorio donde se realizó el conteo e identificación respectiva.

### **3.10.2. Diámetro del pseudotallo**

El diámetro se midió con una cinta métrica a 1,5 m sobre el suelo desde la base de las plantas seleccionadas para el estudio, se realizó dos mediciones una inicial en la etapa de desarrollo de la bellota y la final en la etapa de maduración del racimo una vez alcanzado el grado fisiológico para ser cosechado.

### **3.10.3. Tamaño del racimo**

Se efectuó dos mediciones, al inicio en la etapa de formación del racimo y final una vez alcanzado el grado fisiológico para ser cosechado.

### **3.10.4. Número de manos por racimo**

Se realizó un conteo directo al momento que se desmanó el racimo.

### **3.10.5. Calibre de los dedos de la fruta cosechada (mm)**

Con un calibre tipo reloj, se tomó el grado de la fruta en el dedo medio de la segunda y última mano respectivamente.

### **3.10.6. Categoría para cada mano y rendimiento del racimo**

Se cosechó los racimos de las plantas marcadas y se los llevó a la empacadora donde se procedió a pesar cada racimo y así obtener el peso fresco total, para esto se desmanó y se pesó por separado tanto las manos como el raquis del racimo, la categoría consistió en el total de manos que fueron rechazadas.



### 3.11. Diseño experimental

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones dando un total de 20 unidades experimentales, considerándose como unidad experimental a cada parcela de 99,36 m<sup>2</sup>, los tratamientos fueron asignados al azar en las unidades experimentales dentro de cada bloque, la unidad experimental tuvo 18 plantas de banano de la variedad filipino dando un total de 360 plantas, después de la aplicación de cada tratamiento se evaluaron las 4 plantas centrales dejando las 14 plantas restantes como efecto borde.

### 3.12. Croquis en campo.

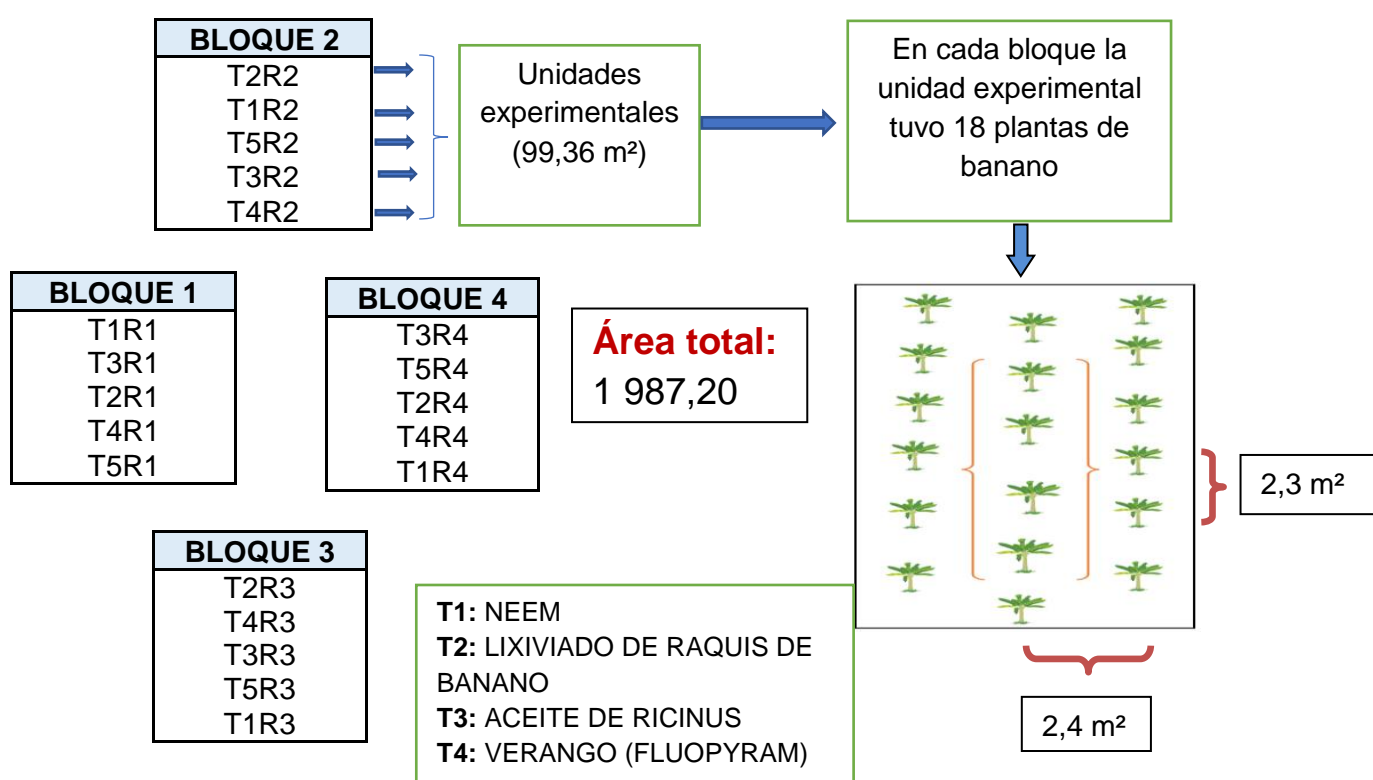


Figura 2. Croquis en campo correspondiente al área de estudio

### 3.13. Análisis de los datos

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico STATGRAPHICS 19, para lo cual primeramente se verificó la normalidad de los datos, así como la homogeneidad de las variables, una vez cumplidos estos supuestos, se aplicó el ANOVA respectivo y en aquellas pruebas que existieron diferencias significativas, se empleó una prueba de significación de Tukey al 0,05%.

#### 4. Resultados

##### 4.1. Población inicial de nemátodos en raíz y suelo antes de realizar la aplicación de los tratamientos en estudio.

El estudio por tener una muestra pequeña  $n < 30$  unidades de análisis, se usó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. En la Tabla 1 y Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de las pruebas de normalidad, mientras que en la Tabla 3 y Tabla 4 se muestran los resultados de las pruebas de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene's, puesto que el valor p fue mayor e igual 0,05 verifica la distribución normal de los datos, así como también la homogeneidad de las varianzas, por consiguiente, los análisis realizados posteriormente se basaron en análisis estadísticos paramétricos (ANOVA y para la prueba de significación se aplicó Tukey al 0,05 %).

**Tabla 1.** Pruebas de normalidad de los datos recolectados de nemátodos en raíces.

<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor p</b>
<b>Shapiro-Wilk (0 daa)</b>	<i>Radopholus similis</i>	0,866329	<b>0,251875</b>
	<i>Helicotylenchus spp</i>	0,955465	<b>0,776108</b>
	<i>Meloidogyne spp</i>	0,973779	<b>0,898905</b>
	<i>Pratylenchus spp</i>	0,888522	<b>0,349725</b>
<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor p</b>
<b>Shapiro-Wilk (60 dda)</b>	<i>Radopholus similis</i>	0,955627	<b>0,777254</b>
	<i>Helicotylenchus spp</i>	0,896973	<b>0,393379</b>
	<i>Meloidogyne spp</i>	0,806397	<b>0,091275</b>
	<i>Pratylenchus spp</i>	0,844002	<b>0,17629</b>
<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor p</b>
<b>Shapiro-Wilk (90 dda)</b>	<i>Radopholus similis</i>	0,898994	<b>0,404347</b>
	<i>Helicotylenchus spp</i>	0,769008	<b>0,054217</b>
	<i>Meloidogyne spp</i>	0,901726	<b>0,419496</b>
	<i>Pratylenchus spp</i>	0,761924	<b>0,0682358</b>

**Tabla 2.** Pruebas de normalidad de los datos recolectados de nemátodos en suelo.

<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor p</b>
<b>Shapiro-Wilk (60 dda)</b>	<i>Helicotylenchus spp</i>	0,881537	<b>0,316335</b>
	<i>Meloidogyne spp</i>	0,90207	<b>0,42143</b>
<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor p</b>
<b>Shapiro-Wilk (90 dda)</b>	<i>Helicotylenchus spp</i>	0,816366	<b>0,10943</b>
	<i>Meloidogyne spp</i>	0,897007	<b>0,393561</b>

**Tabla 3.** Prueba de Homogeneidad de varianza de los datos recolectados en raíces.

<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Valor p</b>
<b>Levene's (0 daa)</b>	<i>Radopholus similis</i>	<b>0,0528</b>
	<i>Helicotylenchus spp</i>	<b>0,1763</b>
	<i>Meloidogyne spp</i>	<b>0,7349</b>
	<i>Pratylenchus spp</i>	<b>0,3133</b>
<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Valor p</b>

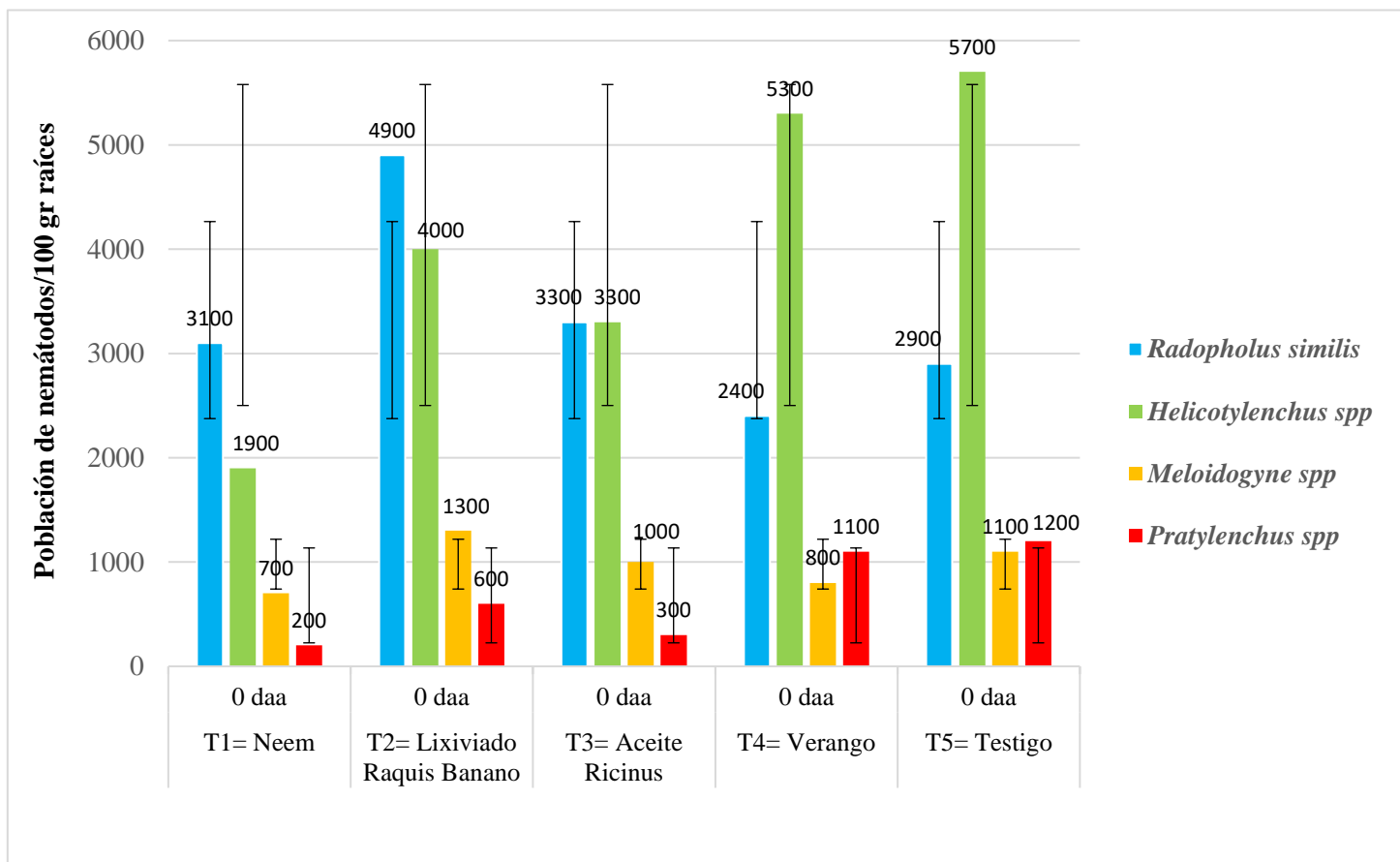


Levene's (60 dda)	<i>Radopholus similis</i>	0,6480
	<i>Helicotylenchus spp</i>	0,6322
	<i>Meloidogyne spp</i>	0,2601
	<i>Pratylenchus spp</i>	0,1068
<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Valor p</b>
Levene's (90 dda)	<i>Radopholus similis</i>	0,8805
	<i>Helicotylenchus spp</i>	0,0581
	<i>Meloidogyne spp</i>	0,7848
	<i>Pratylenchus spp</i>	0,1279

**Tabla 4.** Prueba de Homogeneidad de varianza de los datos recolectados en suelo.

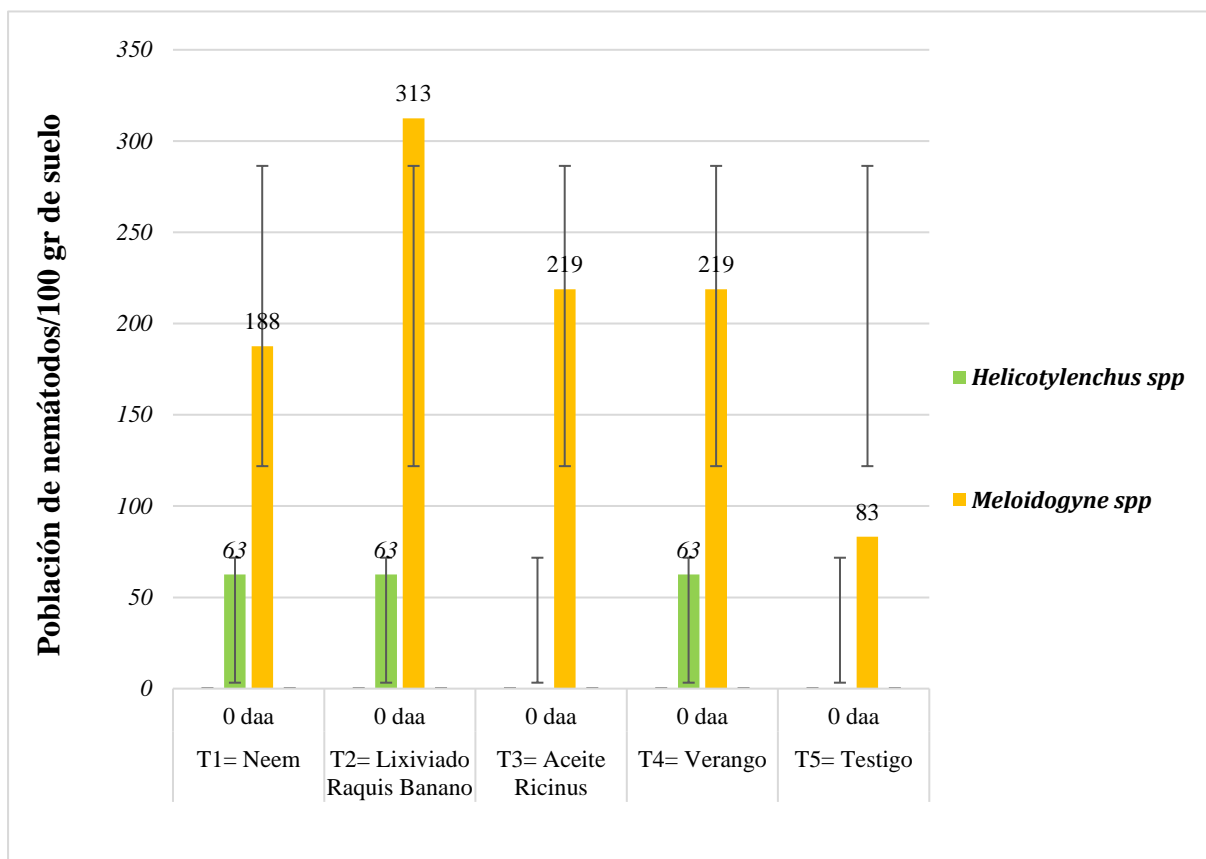
<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Valor p</b>
Levene's (60 dda)	<i>Helicotylenchus spp</i>	0,0591
	<i>Meloidogyne spp</i>	0,0566
<b>Prueba</b>	<b>Nemátodos</b>	<b>Valor p</b>
Levene's (90 dda)	<i>Helicotylenchus spp</i>	0,5002
	<i>Meloidogyne spp</i>	0,5040

Los principales géneros de nemátodos asociados al cultivo de banano identificados en las muestras correspondientes a cada tratamiento fueron: *Radopholus similis*, *Helicotylenchus spp*, *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp*. En la Figura 3, se muestra la población de nemátodos en raíz antes de iniciar la aplicación de los tratamientos, en la misma se puede observar que los géneros de nemátodos con mayor presencia en 100 g de raíces fueron: *Helicotylenchus spp* con una población máxima de 5 700 y una mínima de 1 900; en tanto que *Radopholus similis* mostró una población entre 4 900 y 2 400 individuos. Mientras que los géneros de nemátodos con menor presencia en raíces identificados fueron: *Meloidogyne spp* con una población máxima de 1 300 y una mínima de 700 individuos y por último *Pratylenchus spp* con una población máxima de 1 200 individuos y una mínima de 200 individuos.



**Figura 3.** Población inicial de nemátodos presentes en 100 g de raíces a los 0 días antes de la aplicación inicial de los tratamientos.

De las muestras iniciales de suelo (100 g) correspondientes a cada tratamiento se identificó la presencia de *Helicotylenchus spp* y *Meloidogyne spp*; en la Figura 4, se observa que *Meloidogyne spp* fue el género con mayor presencia, con una población máxima de 313 individuos y una mínima de 83 individuos; mientras que *Helicotylenchus spp* evidenció una población máxima de 63 individuos. A diferencia del análisis de raíces en las muestras tomadas no se observó la presencia de *Radopholus similis* y *Pratylenchus spp*.



**Figura 4.** Población inicial de nemátodos presentes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo a los 0 días antes de la aplicación inicial de los tratamientos.

#### 4.2. Efecto de los extractos naturales sobre huevos de nemátodos a las 48 y 72 horas.

En el análisis de varianza para larvas de nemátodos eclosionadas se obtuvo un valor p de 0,3349 y 0,5689, puesto que el valor p es mayor que 0,05, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Tabla 22 y Tabla 24), ver tablas en (Anexo 1).

#### 4.3. Efecto de las aplicaciones de los extractos naturales sobre la población de nemátodos en raíces y suelo a los 60 dda y 90 dda.

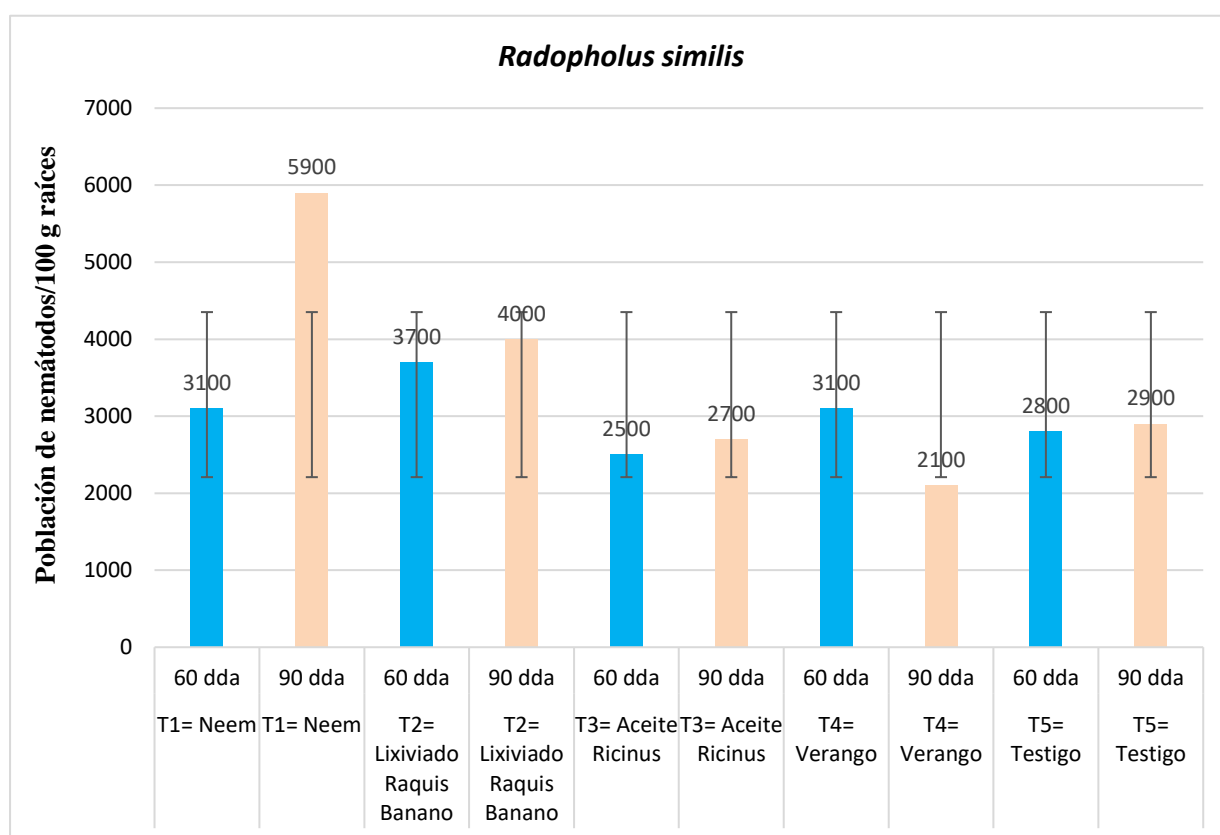
##### 4.3.1. Nemátodos en raíces

##### 4.3.1.1. Densidad poblacional de *Radopholus similis*.

En la Figura 5 se observa la densidad poblacional de *Radopholus similis* a los 60 días realizada la aplicación inicial de los tratamientos, a excepción del tratamiento 3 con 2 500 individuos de *R. similis*/100g de raíces, la población en los Tratamientos 1, 2 y 4 con 3 100, 3 700 y 3 100 individuos respectivamente de *R. similis*/100g de raíces fueron superiores al Testigo con 2 800 *R. similis*/100g de raíces, en comparación con los obtenidos en el día cero,

por lo que en este periodo no se evidencia reducción poblacional significativa del nemátodo entre un nivel de tratamiento y otro.

La densidad poblacional de *Radopholus similis* a los 90 días posteriores de haberse realizado la aplicación final de los tratamientos, a excepción de los Tratamientos 3 y 4 con 2 700, 2 100 individuos de *R. similis*/100g de raíces, se observa que la población en los Tratamientos 1 y 2 con 5 900, 4 000 *R. similis*/100g de raíces fueron superiores al testigo con 2 900 *R. similis*/100g de raíces comparándose con los datos obtenidos a los 0 y 60 días respectivamente, por lo que no se evidencia una reducción significativa en la densidad poblacional entre un tratamiento y otro (Figura 5).



**Figura 5.** Densidad poblacional de *Radopholus similis* en 100 g de raíces a los 60 y 90 días realizada la aplicación de los tratamientos.

De los análisis realizados, en lo referente al análisis de varianza para *R. similis* a los 60 y 90 dda se obtuvo un valor p de 0,9583 (Tabla 26) y 0,3116 (Tabla 27), al ser el valor p mayor al 0,05%, significa que no existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados, ver tablas (**Anexo 2**).

4.3.1.2. Densidad poblacional de *Helicotylenchus spp.*

Al evaluar los resultados para esta variable se observó que, al realizar la aplicación inicial de los tratamientos a los 60 días, el Tratamiento 4 tuvo una reducción en la cantidad de nemátodos con 3 300 individuos, respectivamente, de *Helicotylenchus spp.*/100g de raíces en comparación con los Tratamientos 1, 2, 3 y el Testigo los cuales presentaron 4 800, 4 100 y 7 000 *Helicotylenchus spp.*/100g de raíces, los mismos presentan un incremento en sus poblaciones en comparación a las que se obtuvieron antes de la aplicación inicial de los tratamientos. La población de *Helicotylenchus spp.* a los 90 días de realizada la aplicación final de los tratamientos, en la misma se observa que el Tratamiento 4 (Verango) con 900 individuos de *Helicotylenchus spp.*/100g de raíces tuvo una reducción en la población del nemátodo en comparación con en el resto de tratamientos, que relacionado con las poblaciones obtenidas a los 60 días, estas aumentaron notablemente (Figura 6).

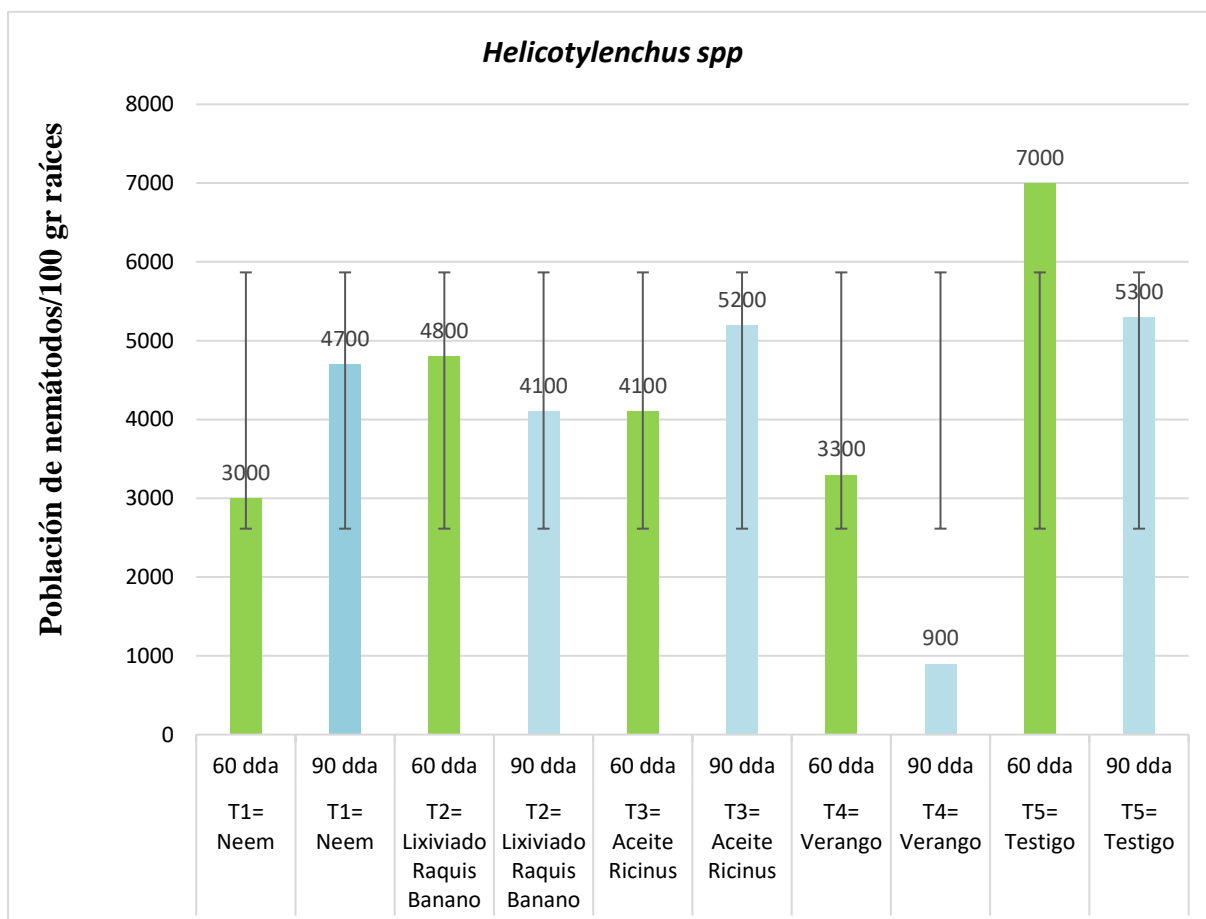


Figura 6. Densidad poblacional de *Helicotylenchus spp.* en 100 g de raíces a los 60 y 90 días realizada la aplicación de los tratamientos.

En lo referente al análisis de varianza para *Helicotylenchus spp.* a los 60 dda se obtuvo un valor p de 0,0479, por lo tanto, si existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Tabla 5). Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% de probabilidad para los tratamientos, para la reducción poblacional del nemátodo *Helicotylenchus spp.* a los 60 dda, se detectó rangos de significancia, esto se corrobora al observar la Tabla 6, en la cual se aprecia que la única diferencia significativa se da entre el Tratamiento 1 y Tratamiento 5, mientras que los Tratamientos 4, 3 y 2 comparten un mismo rango por lo que no hay diferencias significativas entre estos tratamientos.

**Tabla 5.** ANOVA para *Helicotylenchus spp.* por Tratamientos a los 60 dda.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	4,07	4	1,02	<b>0,0479</b>
<b>Intra grupos</b>	4,92	15	3,29	
<b>Total (Corr.)</b>	8,99	19		

**Tabla 6.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Helicotylenchus spp.* por Tratamientos a los 60 dda

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	53,52	<b>A</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	56,60	<b>AB</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	63,47	<b>AB</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	67,87	<b>AB</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	82,72	<b>B</b>

Realizado el análisis de varianza para *Helicotylenchus spp.* a los 90 dda se obtuvo un valor p de 0,0263, por lo tanto, si existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Tabla 7). Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5%, se detectaron tres rangos, en los cuales el Tratamiento 4 (Verango) fue el que presentó un menor número de nemátodos frente al resto de los tratamientos evaluados (Tabla 8).

**Tabla 7.** ANOVA para *Helicotylenchus spp.* por Tratamientos a los 90 dda.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	4 975,17	4	1 243,79	<b>0,0263</b>
<b>Intra grupos</b>	4 979,35	15	331,96	
<b>Total (Corr.)</b>	9 954,51	19		

**Tabla 8.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Helicotylenchus spp.* por Tratamientos a los 90 días

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	28,27	<b>A</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	63,47	<b>AB</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	67,72	<b>AB</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	68,21	<b>B</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	69,96	<b>B</b>

#### 4.3.1.3. Densidad poblacional de *Meloidogyne spp.*

En cuanto a los valores obtenidos de la densidad poblacional de *Meloidogyne* en raíces, luego de realizar la aplicación inicial de los diferentes tratamientos, no se observa una disminución en su población, a excepción del Testigo en el cual se observa una disminución poblacional del nemátodo a los 60 días de realizada la aplicación inicial. En la Figura 7 se observa al testigo con 200 individuos de *Meloidogyne spp.* /100g de raíces mientras que en el resto de los tratamientos aumentaron, si comparamos con las poblaciones iniciales previas a la aplicación de los tratamientos. En la Figura 7, también se observa los datos de la densidad poblacional de *Meloidogyne spp.* obtenidos a los 90 días de realizada la aplicación final, en la misma no se observó diferencias significativas, los valores obtenidos en el Tratamiento 1 fue de 1 000 *Meloidogyne spp.* /100g de raíces, tratamiento 2 y 4 con 200 *Meloidogyne spp.*/100g de raíces, el Tratamiento 3 con 700 *Meloidogyne spp.*/100g de raíces y el Testigo con 600 *Meloidogyne spp.*/100g de raíces respectivamente. En comparación con las poblaciones obtenidas a los 0 y 60 días numéricamente los tratamientos 2 y 4 fueron los que menor población de *Meloidogyne spp.* presentaron.

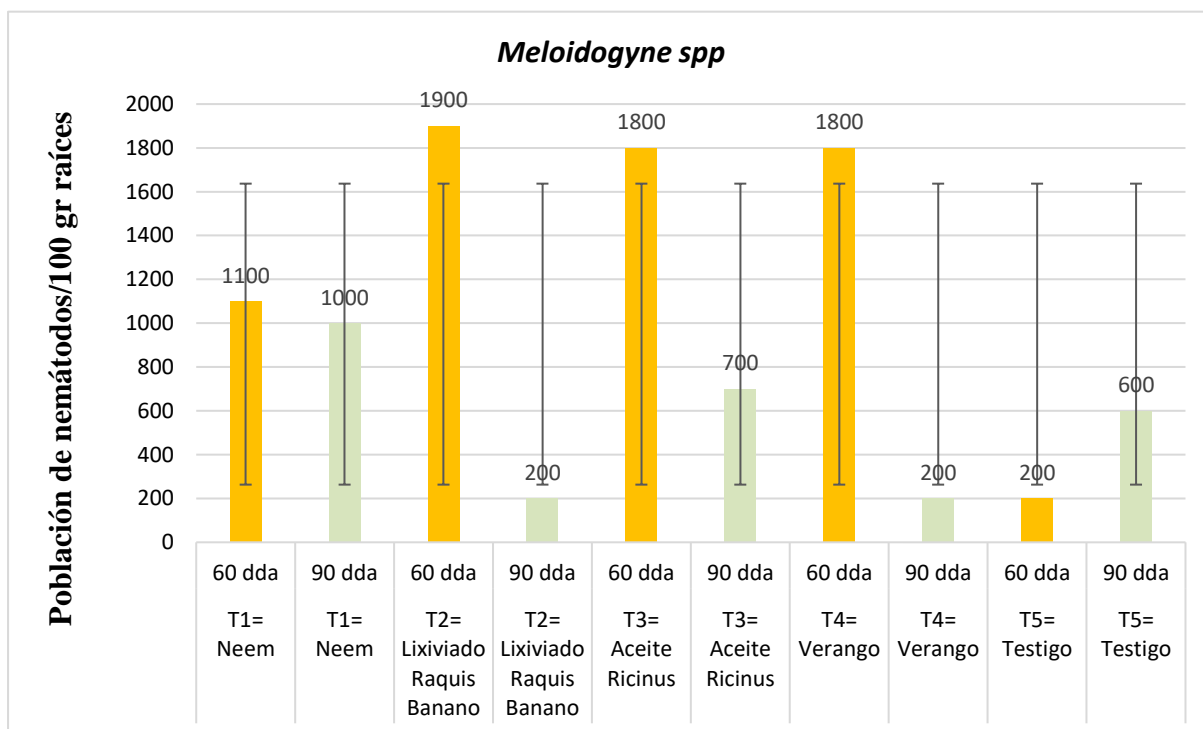


Figura 7. Densidad poblacional de *Meloïdogyne spp.* en 100 g de raíces a los 60 y 90 días realizada la aplicación de los tratamientos.

En el análisis de varianza para *Meloïdogyne spp.* a los 60 dda se obtuvo un valor p de 0,0005, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Tabla 9). Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% a los 60 dda, se detectó dos rangos de significancia, de los cuales el Testigo fue el que menor número de nematodos mostró, en tanto que en el resto de los tratamientos se incrementó la población de este nemátodo (Tabla 10).

Tabla 9. ANOVA para *Meloïdogyne spp.* por Tratamientos a los 60 dda.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	3 526,79	4	881,70	0,0005
Intra grupos	1 368,41	15	91,23	
Total (Corr.)	4 895,2	19		

Tabla 10. Pruebas de Múltiple Rangos para *Meloïdogyne spp.* por Tratamientos a los 60 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T5 (Testigo)	4	7,83	A
T1 (Neem)	4	33,07	B
T4 (Verango)	4	41,23	B
T3 (Aceite Ricinus)	4	41,49	B
T2 (Lixiviado R. Banano)	4	43,44	B

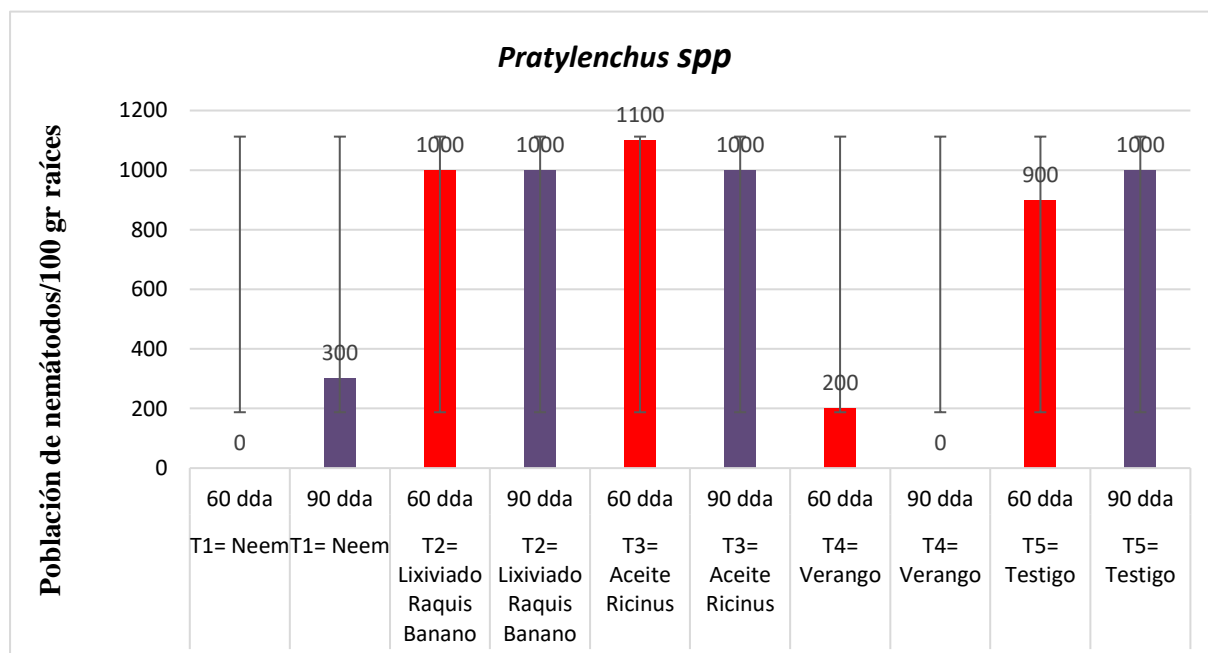


En el análisis de varianza para *Meloidogyne spp.* a los 90 dda se obtuvo un valor p de 0,3993, por lo tanto, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre un nivel de tratamiento y otro (Tabla 30), ver tablas (**Anexo 3**).

### 4.3.1.4. Densidad poblacional de *Pratylenchus spp.*

A los 60 días realizada la aplicación inicial en esta variable los tratamientos fueron significantes, en la Figura 8 se observa que en el Tratamiento 1, la población de *Pratylenchus spp.* fue cero, seguida del Tratamiento 4, el cual numéricamente tuvo 200 individuos de *Pratylenchus spp.* /100g de raíces, el resto de Tratamientos 2, 3 y Testigo presentaron una población de 1 000, 1 100 y 900 *Pratylenchus spp.*/100g de raíces respectivamente. En comparación con las poblaciones obtenidas antes de realizar la aplicación inicial, los Tratamientos 2 y 3 presentaron un aumento en la población del nemátodo *Pratylenchus spp.*

En la Figura 8 también se observa la población de *Pratylenchus spp.* a los 90 días de realizada la aplicación final de los tratamientos; en el Tratamiento 4 la población del nemátodo fue cero, mientras que el Tratamiento 1 con 300 individuos de *Pratylenchus spp.* /100g de raíces tuvo un leve aumento en su población en comparación a la obtenida a los 0 y 60 días, los Tratamientos 2, 3 y Testigo mantuvo su densidad poblacional elevada con 1 000 *Pratylenchus*, en comparación con las obtenidas a los 0 y 60 días respectivamente.



**Figura 8.** Densidad poblacional de *Pratylenchus spp.* en 100 g de raíces a los 60 y 90 días realizada la aplicación de los tratamientos.

En el análisis de varianza para *Pratylenchus spp.* a los 60 dda se obtuvo un valor p de 0,0387, por lo tanto, si existe diferencia estadísticamente significativa (Tabla 11). Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5%, se detectaron tres rangos (Tabla 12), en la cual se observa que los Tratamientos 4, 5 y 2 comparten un mismo rango, entre tanto que el Tratamiento 1 se muestra como el mejor.

**Tabla 11.** ANOVA para *Pratylenchus spp.* por Tratamientos a los 60 dda.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	2 673,41	4	668,35	<b>0,0387</b>
<b>Intra grupos</b>	3 893,28	15	259,55	
<b>Total (Corr.)</b>	6 566,7	19		

**Tabla 12.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Pratylenchus spp.* por Tratamientos a los 60 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	1,0	<b>A</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	7,83	<b>AB</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	21,67	<b>AB</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	25,56	<b>AB</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	32,34	<b>B</b>

En el análisis de varianza para *Pratylenchus spp.* a los 90 dda se obtuvo un valor p de 0,0367, por lo tanto, si existió diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Tabla 13). Al realizar la prueba de significancia para los tratamientos, se detectaron tres rangos, lo cual se corrobora al observar la Tabla 14, en la misma se observa que el Tratamiento 4 (Verango) resultó mejor frente al resto.

**Tabla 13.** ANOVA para *Pratylenchus spp.* por Tratamientos a los 90 dda.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	45,07	4	11,27	<b>0,0367</b>
<b>Intra grupos</b>	50,01	15	3,33	
<b>Total (Corr.)</b>	95,09	19		

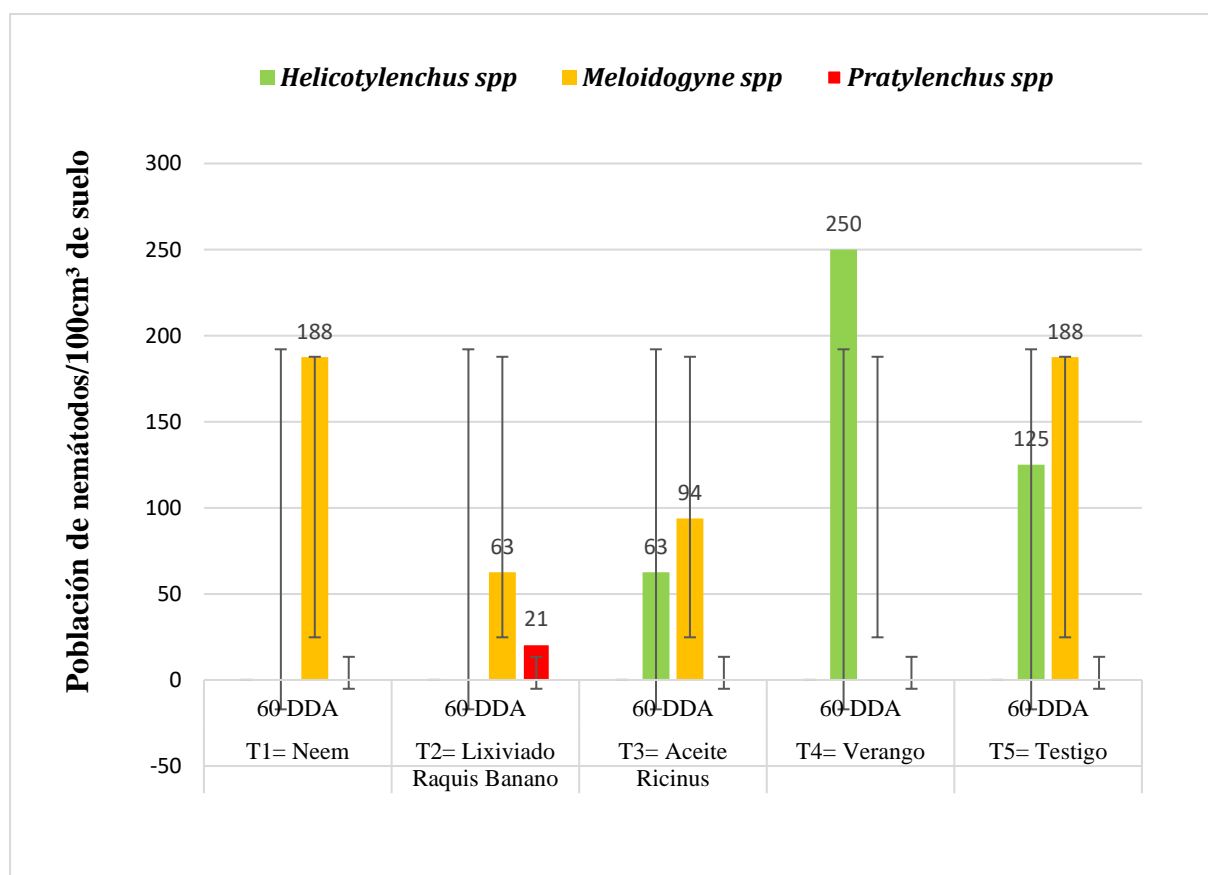
**Tabla 14.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Pratylenchus spp.* por Tratamientos a los 90 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	1,0	<b>A</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	12,58	<b>AB</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	26,44	<b>AB</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	27,17	<b>AB</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	30,75	<b>B</b>

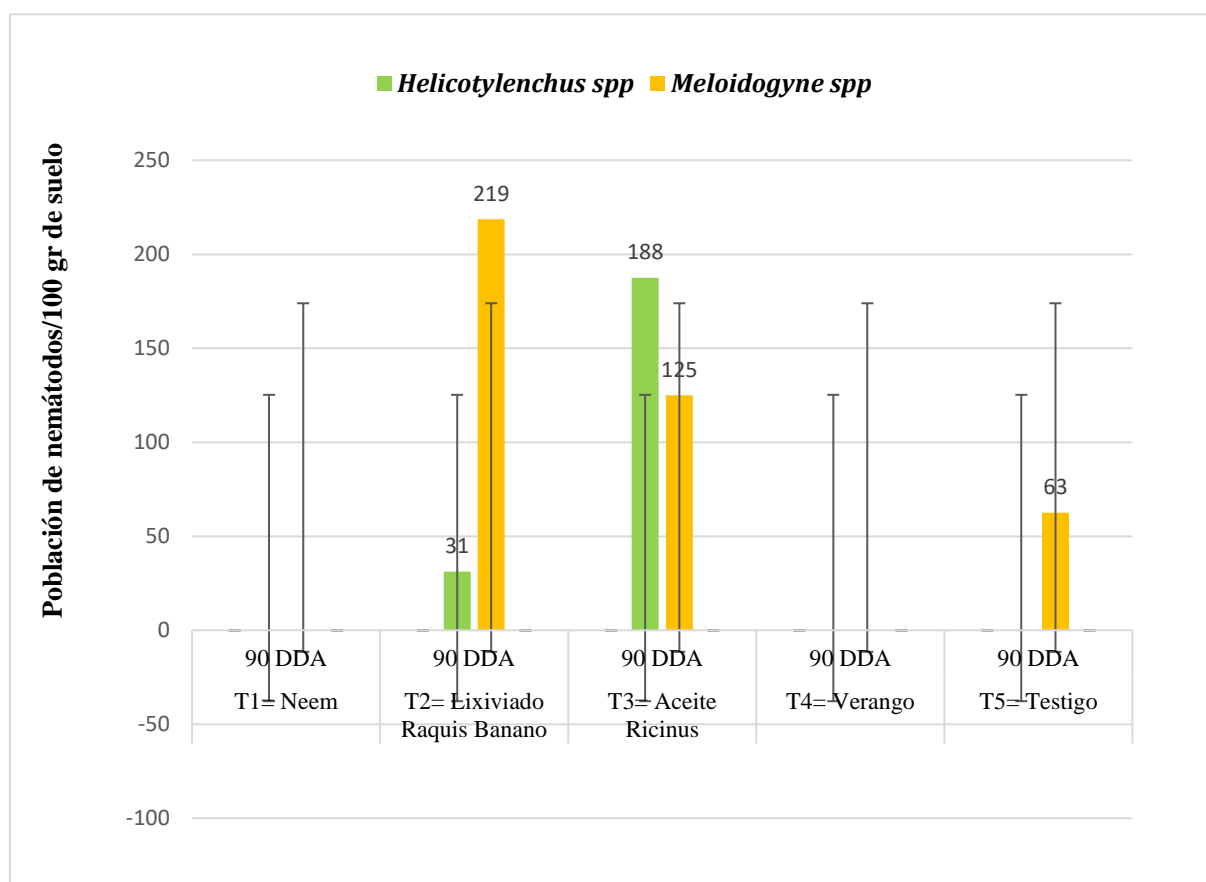
### 4.3.2. Nemátodos en suelo

A los 60 días realizada la aplicación inicial, los tratamientos en esta variable no mostraron diferencia estadísticamente significativa, a diferencia del análisis de raíces la presencia de *Radopholus similis* fue nula en todos los tratamientos, *Pratylenchus spp.*, sólo se llegó a observar en el Tratamiento 2 con apenas 21 nemátodos/100cm<sup>3</sup> de suelo. En esta evaluación la menor densidad poblacional de *Meloidogyne spp.* se observó en los Tratamientos 2 y 3 con 63 y 94 nemátodos/100cm<sup>3</sup> de suelo, en el Tratamiento 4 no hubo presencia de este nemátodo, mientras que en el Tratamiento 1 y Testigo su densidad poblacional se mantuvo elevada. En la evaluación de *Helicotylenchus spp.* los Tratamientos 3, 4 y Testigo con 63, 250 y 125 nemátodos/100 cm<sup>3</sup> de suelo respectivamente, presentaron un aumento en su densidad poblacional comparado con la población antes de realizar la aplicación inicial de los tratamientos; en los Tratamientos 1 y 2 no hubo presencia de *Helicotylenchus spp.* (Figura 9).



**Figura 9.** Densidad poblacional de nemátodos en 100cm<sup>3</sup> de suelo a los 60 días realizada la aplicación inicial de los tratamientos.

En la figura 10 se presenta la densidad poblacional de nemátodos a los 90 días, en este periodo al igual que en la aplicación inicial efectuada a los 60 días los tratamientos no mostraron diferencia estadísticamente significativa; se observa que en los Tratamientos 1 y 4 no hubo presencia de nemátodos, en los Tratamientos 2 y 3 la población de *Meloidogyne spp.* con 219 y 125 nemátodos/100 cm<sup>3</sup> de suelo, respectivamente, fue mayor en relación con el Testigo con 63 nemátodos. De igual manera, las poblaciones de *Helicotylenchus spp.* con 31 y 188 nemátodos/100 cm<sup>3</sup> de suelo aumentaron en comparación con las obtenidas en la aplicación inicial efectuada a los 60 días.



**Figura 10.** Densidad poblacional de nemátodos en 100cm<sup>3</sup> de suelo a los 90 días realizada la aplicación inicial de los tratamientos.

Realizado el análisis de varianza para *Helicotylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.* a los 60 dda se obtuvo un valor p de 0,0642 y 0,2267 (Tabla 32 y Tabla 33); a los 90 dda se obtuvo un valor p de 0,1221 y 0,1321 (Tabla 34 y Tabla 35), lo cual demuestra que no hay diferencias significativas entre tratamientos, ver tablas (**Anexo 4**).

## 4.4. Efecto agronómico de los extractos naturales en el manejo de la población de nemátodos en el cultivo de banano.

Las variables diámetro del tallo inicial y final, tamaño del racimo inicial y final, número de manos por racimo, calibre de los dedos de la fruta cosechada y peso fresco total presentaron datos normales, así como también la homogeneidad de las varianzas puesto que el valor p fue mayor e igual a 0,05 (Tabla 15 y Tabla 16). Por lo tanto, los análisis se basaron en análisis estadísticos paramétricos.

**Tabla 15.** Prueba de normalidad según el Test de Shapiro-Wilk.

<i>Prueba</i>	<i>Variables</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor p</i>
<b>Shapiro-Wilk</b>	Diámetro del tallo inicial y final	0,947608	<b>0,332229</b>
	Tamaño del racimo inicial	0,950368	<b>0,372716</b>
	Tamaño del racimo final	0,979702	<b>0,930194</b>
	Número de manos por racimo	0,882405	<b>0,101955</b>
	Calibre de los dedos de la fruta cosechada	0,978988	<b>0,920377</b>
	Peso fresco total	0,931427	<b>0,164493</b>

**Tabla 16.** Prueba de Homogeneidad de varianza mediante la prueba de Levene's.

<i>Prueba</i>	<i>Variables</i>	<i>Valor p</i>
<b>Levene's</b>	Diámetro del tallo inicial y final	<b>0,0656</b>
	Tamaño del racimo inicial	<b>0,0606</b>
	Tamaño del racimo final	<b>0,0558</b>
	Número de manos por racimo	<b>0,7422</b>
	Calibre de los dedos de la fruta cosechada	<b>0,1523</b>
	Peso fresco total	<b>0,5624</b>

### 4.4.1. Diámetro de tallo

El diámetro del tallo fue el mismo tanto al inicio como al final del experimento; al realizar el ANOVA para esta variable, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Tabla 40), ver tablas (**Anexo 5**).

## 4.4.2. Tamaño del racimo

En el tamaño inicial del racimo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, en la Tabla 42 se observa que el valor p es mayor que 0,05, ver tablas (**Anexo 6**).

En la variable tamaño del racimo final el ANOVA (Tabla 17) muestra que, si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por lo tanto, al realizar la prueba de significancia se detectaron tres rangos, siendo el Tratamiento 4 (Verango) el que obtuvo un mejor tamaño de racimo al final del experimento (Tabla 18).

**Tabla 17.** ANOVA para Tamaño del racimo final por Tratamientos

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	0,07872	4	0,01968	<b>0,0017</b>
<b>Intra grupos</b>	0,0399	15	0,00266	
<b>Total (Corr.)</b>	0,11862	19		

**Tabla 18.** Pruebas de Múltiple Rangos para Tamaño del racimo final por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	1,31	<b>A</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	1,35	<b>A</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	1,40	<b>AB</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	1,40	<b>AB</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	1,50	<b>B</b>

## 4.4.3. Número de manos por racimo

En esta variable no existió diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 44), es importante resaltar que hubo mayor presencia de racimos con 6 manos en las plantas tratadas con aceite de *Ricinus* (Tratamiento 3) y Verango (Tratamiento 4), ver tablas (**Anexo 7**).

## 4.4.4. Calibre de los dedos de la fruta cosechada (mm)

De igual manera en esta variable no hubo diferencias significativas entre tratamientos en estudio (Tabla 46); el grado de la fruta cosechada estuvo entre 42 y 44 (mm) en todos los tratamientos, ver tablas (**Anexo 8**).

## 4.4.5. Categoría para cada mano y rendimiento del racimo

En la categoría para cada mano (total de manos rechazadas) no hubo resultados estadísticos puesto que los valores obtenidos fueron cero, mientras que en el rendimiento del racimo en base al peso fresco si hubo diferencia significativa entre tratamientos, siendo el Tratamiento

4 con aplicación (Verango) el que obtuvo el mayor promedio de peso fresco con 21,95 kg (Tabla 19 y Tabla 20).

**Tabla 19.** ANOVA para Peso fresco total por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	86,01	4	21,50	<b>0,0256</b>
Intra grupos	85,34	15	5,67	
Total (Corr.)	171,35	19		

**Tabla 20.** Pruebas de Múltiple Rangos para Peso fresco total por Tratamientos  
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T5 (Testigo)	4	16,37	A
T1 (Neem)	4	17,53	AB
T2 (Lixiviado R. Banano)	4	18,64	AB
T3 (Aceite Ricinus)	4	20,89	AB
T4 (Verango)	4	21,95	B

#### 4.5. Análisis de costos variables entre los tratamientos implementados

Se realizó un análisis de costo variables de los tratamientos implementados en el estudio, se tomó en cuenta los costos de elaboración, compra y mano de obra requerida para su respectiva aplicación. En la Tabla 21 se observa que los Tratamientos 1 y 3 fueron los que menor costo tuvieron con \$ 25,92 y \$ 21,68, mientras que los Tratamientos 2 y 4 son los que tienen un mayor costo de aplicación con \$ 40,56 y \$ 41,88 respectivamente. Cabe recalcar que en la presente investigación no se presentó un análisis completo por hectárea, puesto que sólo se tomó en cuenta el área de estudio de 1 987,2 m<sup>2</sup> con un total de 360 plantas tratadas.

**Tabla 21.** Costos de aplicación de cada tratamiento en el estudio realizado.

Detalle	Tratamiento	Dosis	Costo/litro	Costo unitario/Tratamiento	Mano de obra	Costo/Aplicación
T1	Azadirachtina (neem)	150 ml	\$39,49	\$5,92	\$20,00	\$25,92
T2	Lixiviado Raquis Banano	3.6 lt	\$4,29	\$15,44	\$20,00	\$35,44
T3	Aceite de Higuera	140 ml	\$12,00	\$1,68	\$20,00	\$21,68
T4	Fluopyram (verango)	125 ml	\$175,00	\$21,88	\$20,00	\$41,88

## 5. Discusión

Por lo planteado anteriormente los extractos vegetales no incidieron positivamente sobre huevos de nemátodos debido a que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos implantados, el método de incubación puede ser una de las causas probables para que se haya dado este resultado; es así que, Rosas (2014) menciona como inconveniente de este método a las condiciones anaeróbicas, debido a que las bacterias que se generan de la materia orgánica sumergida consumen el oxígeno de la solución por lo que algunos especímenes suelen ser afectados. En general, en este estudio los extractos vegetales y el nematicida químico evaluados no tuvieron un efecto significativo sobre la reducción poblacional de *R. similis*, al comparar los valores de la población de *R. similis* después de aplicar cada tratamiento estos fueron superiores e incluso semejantes al Testigo, por lo que se puede decir que los tratamientos usados no influyeron positivamente en la reducción poblacional de *R. similis*.

Estos resultados pueden discrepar con los resultados de otros estudios, los mismos pueden justificarse como ha sido señalado por (Veech, 1981; López & Quezada, 1997; Soto, 2016), quienes mencionan que, para que una sustancia afecte la población de nemátodos deben coincidir tres factores: a) presencia del ingrediente activo en los tejidos invadidos, b) momento oportuno de la invasión de nemátodo y c) poseer efecto detrimental para el patógeno es decir un efecto dañino o perjudicial, y si alguno de estos factores falla no se produce el efecto esperado.

Por otro lado, en lo referente a la población de *Helicotylenchus spp.* y *Pratylenchus spp.*, el extracto a base de neem tuvo un efecto positivo en la reducción poblacional de estos géneros. Estos resultados coinciden con Da Paz Filho (2019) el cual en su investigación en el tratamiento de plántulas de banano infectadas por nemátodos mediante el uso de *Purpureocillium lilacinum* y extractos acuosos de *Azadirachta indica* (neem) y *Annona spp.* (guanábana), observó una reducción de la población final en suelo y raíz en aquellas plántulas tratadas con los extractos de neem y guanábana.

Resultado similar fue reportado por Malta (2021), quien evaluó extractos acuosos de hojas de *Azadirachta indica* (neem) y *Annona squamosa* (chirimoya) a diferentes concentraciones con el propósito de determinar sus efectos nematicidas, obteniendo efectos positivos en la reducción de las poblaciones de nemátodos en plántulas de banano en condiciones de invernadero. Según Ferraz et al. (2010) el efecto que tenga el extracto de neem contra los nemátodos se debe a la presencia de las sustancias químicas que se encuentran en las diferentes partes de la planta como son: azadiractina, nimbina, salanina y nimbidina, Rehman



et al. (2009) indica que la azadiractina es una sustancia que tiene una acción anti alimentaria que inhibe la capacidad del nemátodo para penetrar en las plantas.

Las plantas tratadas con el nematicida químico fluopyram (verango) también presentaron niveles bajos de infestación de *Helicotylenchus spp.* y *Pratylenchus spp.*, Cobeña (2019) determinó que este nematicida es eficiente en el control de *R. similis*, si bien su estudio estuvo dirigido específicamente al control de este nemátodo, también observó que hubo un leve efecto sobre las poblaciones de *Helicotylenchus spp.* y *Pratylenchus spp.*, este efecto se debe a lo mencionado por (Bayer, 2017; Jaramillo, 2018) quienes aseguran que fluopyram en contacto con el nemátodo, interrumpe el suministro de energía evitando la formación de ATP y en consecuencia el organismo se paraliza y muere.

En lo que respecta al género *Meloidogyne spp.*, no se observó un efecto significativo entre los tratamientos evaluados y el testigo, hay una falta de consistencia en los resultados obtenidos en esta variable, ya que, en las evaluaciones realizadas hubieron ocasiones en las que las poblaciones aumentaron y otras en las que disminuyeron como en el caso del Testigo, resultado muy parecido a lo obtenido con la población de *R. similis*, este resultado coincide con lo encontrado por Sánchez (2011) quien menciona que esto generalmente se da cuando las poblaciones en el cultivo son muy altas, este exceso de la población hace que haya una competencia *intraespecífica* y es debido a esto que se da una disminución de la población incluso en el testigo no tratado. Otra posibilidad sería lo mencionado por Chávez et al. (2009) quién manifiesta que, si la infección por el nemátodo fuera muy reciente, esto no permitiría suficientes generaciones para alcanzar altas poblaciones.

Acorde al muestreo realizado en suelo en las muestras analizadas en la presente investigación, los géneros de nemátodos encontrados fueron: *Helicotylenchus spp.*, *Meloidogyne spp.* y *Pratylenchus spp.* Al respecto Sancho y Salazar (1985) mencionan que *Helicotylenchus spp.* es el nemátodo más común en suelo seguido de *Pratylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.*, lo cual es consistente con nuestros resultados, los mismos mostraron que la densidad poblacional de estos nemátodos fue relativamente baja sin presentar diferencias significativas, estos resultados coinciden parcialmente con Castaño & Mayary (2009) en su estudio en la incidencia de nemátodos en plátano en distintos estados fenológicos mencionan que, en el suelo las poblaciones observadas de estos géneros fueron relativamente bajas y no se presentaron diferencias significativas. Además Araya (2008) en su estudio referente a identificación, cuantificación y caracterización de densidades poblacionales de nemátodos asociados al cultivo de arroz en Costa Rica, señala que los nemátodos de vida libre son los de mayor densidad poblacional encontrados en muestras de suelo, seguidos por nemátodos

de los géneros *Helicotylenchus spp.*, *Pratylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.*, pero en menores cantidades.

La evaluación inicial de las variables agronómicas (antes de aplicar los tratamientos) no mostraron diferencias significativas, lo que indica que las variaciones mostradas en las evaluaciones realizadas después de aplicados los tratamientos es producto del efecto nematicida que estos pudieron haber tenido Castillo, Araya, & Patiño (2009). En la cosecha realizada al finalizar las aplicaciones respectivas de los tratamientos mostró mayor tamaño del racimo final y peso fresco total del racimo en las áreas tratadas con el nematicida químico (fluopyram).

La aplicación del nematicida aumentó el tamaño y el peso del racimo, sin embargo, no hubo una incidencia significativa en el resto de variables evaluadas, estos resultados concuerdan con Castillo et al. (2009) los cuales mencionan que la aplicación del nematicida químico aumentó el peso del racimo pero no hubo significancia en el calibre de los dedos de la fruta cosechada, también coinciden con los de Estrella (2017) quien al comparar nematicidas biológicos con el fluopyram determinó que estos influyeron positivamente sobre estas variables; sin embargo, en el número de manos por racimo no hubo diferencias significativas, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en nuestro estudio.

Fue realizado un análisis de costo variables de los tratamientos implementados, se realizó un registro del costo que implicó la aplicación de cada tratamiento, en el método de control químico utilizado se pudo notar que su costo de aplicación es más elevado en comparación con los tratamientos orgánicos, resultado similar al obtenido por Cobeña (2019).

### Conclusiones

- Los extractos vegetales no influyeron positivamente a nivel de huevos de nemátodos, la estimación de la población de nemátodos entre tratamientos mostró la presencia de una población mixta formada por *Radopholus similis*, *Helicotylenchus spp.*, *Meloidogyne spp.* y *Pratylenchus spp.*, las cuales en el muestreo de raíces intersección madre e hijo en nuestro estudio tienen presencia de poblaciones relativamente altas.
- En las evaluaciones realizadas a nivel de raíz, los extractos vegetales y el nematicida químico evaluados no tuvieron un efecto significativo en el control poblacional de *R. similis* y *Meloidogyne spp.*; sin embargo, aquellas plantas tratadas con el extracto de neem mostraron niveles bajos en la población de *Helicotylenchus spp.* y *Pratylenchus spp.* efecto similar se obtuvo en aquellas plantas tratadas con el nematicida químico fluopyram (verango).
- En suelo los géneros de nemátodos encontrados fueron: *Helicotylenchus spp.*, *Meloidogyne spp.*, y *Pratylenchus spp.*, la densidad poblacional de estos nemátodos fue relativamente baja y los productos evaluados no presentaron diferencias significativas. Aunque el resto de tratamientos no fueron diferentes significativamente al testigo, se considera conveniente continuar evaluando su capacidad nematicida.
- Los racimos de las plantas tratadas con el nematicida químico tuvieron mayor tamaño y peso fresco, mientras que el resto de tratamientos no influyeron significativamente en las variables evaluadas.
- El costo de aplicación más alto corresponde al nematicida químico con un costo de \$ 41,88, el tratamiento a base de neem tuvo un costo de aplicación de \$ 25,92 por lo que sería una buena alternativa de uso para el control de nemátodos en el cultivo de banano, los valores obtenidos fueron en base al área de estudio de 1987,2 m<sup>2</sup> con un total de 360 plantas tratadas.

## Recomendaciones

- Esta investigación al ser un trabajo preliminar se recomienda realizar otras investigaciones utilizando los mismos extractos, pero con dosis superiores a las usadas en este trabajo.
- Realizar nuevos estudios que permitan evaluar otras formas, número de aplicaciones y períodos de evaluación de los extractos, para mantener una baja población de nemátodos.
- Se recomienda utilizar estos extractos vegetales en combinación con hongos antagonistas e investigar la eficiencia que estos puedan tener, ya que hay pocos ensayos que evalúen la efectividad que puedan tener sobre la población de nemátodos en campo.
- Recomiendo realizar un análisis económico para ver las relaciones costo beneficios de estos tratamientos por ha.

### Referencias

- Aguilar, R. (2015). La producción y exportación del banano y su incidencia en la economía ecuatoriana en el periodo 2008 - 2013. Universidad de Guayaquil.
- Angulo, C. (2009). Análisis de producción y comercialización de banano, Cavendish saphientum en la empresa Dineagro´s. Universidad de Loja.
- Araya, E. (2008). Identificación, cuantificación y caracterización de densidades poblacionales de nematodos asociados al cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en la region Huetar Norte (cantones de Los Chiles y San Carlos) de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Retrieved from <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3974>
- Araya, M. (2002). Metodología utilizada en el laboratorio de nematología de CORBANA S.A. para la extracción de nematodos de las raíces de banano (*Musa AAA*) y plátano (*Musa AAB*). Corbana, 28(January 2002), 1–16.
- Armendariz, I., Quiña, D., Ríos, M., & Landázuri, P. (2015). Nematodos fitopatógenos y sus estrategias de control. (Primera ed). Sangolquí. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1599.9446>
- Bautista, L. G., Bolaños, M. M., Asakawa, N., & Villegas, B. (2015). Respuesta de fitonemátodos de plátano *Musa AAB* SIMMONDS a estrategias de manejo integrado del suelo y nutrición., (40), 69–84. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.6>
- Bayer. (2020). Ficha Técnica: Verango. Retrieved from <https://agro.bayer.ec/productos/verango-sc500>
- Cabanilla, M. A. (2018). Variación del precio del banano de exportación y su incidencia socioeconómica en la provincia de El Oro. Universidad Técnica de Machala.
- Castaño, J., & Mayary, J. (2009). Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 237–244.
- Castillo, J., Araya, M., & Patiño, L. F. (2009). Respuesta a la aplicación de nematicida en banano en la zona de Urabá, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 21(2), 307. <https://doi.org/10.15517/am.v21i2.4893>

- Cedeño, M. J. (2017). Determinación De Los Costos Del Uso De Nematicidas En El Cultivo De Banano En La Hacienda Adriana Carolina, Del Cantón Valencia, Provincia De Los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Chávez, C., Solórzano, F., & Araya, M. (2009). Relación entre nemátodos y la productividad del banano (*Musa AAA*) en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 351–360.
- Cobeña, J. (2019). Efecto del Fluopyram (Verango) en el control de *Radopholus Similis* en el cultivo banano. Universidad de Guayaquil.
- Coyne, D. ., Nicol, J. ., & Cole, B. C. (2007). *Nematología práctica : Una guía de campo y laboratorio*. International Institute of Tropical Agriculture (IITA).
- Da Paz Filho, E. R. (2019). *Purpureocillium lilacinum* (Lilacel®) e extratos aquosos de *Azadirachta indica* e de *Annona spp.* no tratamento de mudas de bananeira infectadas por nematoides. Universidad Federal De Alagoas. Retrieved from [https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/5642/3/Purpureocillium lilacinum %28Lilacel®%29 e extratos aquosos de Azadirachta indica e de Annona spp. no tratamento de mudas de bananeira infectadas por nematoides.pdf](https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/5642/3/Purpureocillium_lilacinum_%28Lilacel%29_e_extratos_aquosos_de_Azadirachta_indica_e_de_Annona_spp._no_tratamento_de_mudas_de_bananeira_infectadas_por_nematoides.pdf)
- Delgado, M. (2010). Eficiencia de nematicidas de naturaleza biológica, química y botánica en el control del nemátodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*) en rosas cultivadas bajo invernadero en el canton Quito. Universidad Técnica del Norte.
- Espinoza, L. (2017). Extractos botánicos con potencial aplicación en el control de nemátodos en el cultivo de banano. Universidad Técnica de Machala.
- Estrella, P. (2017). Evaluación de dos productos biológicos aplicados en dos dosis para el control de nemátodos en el cultivo de maqueño (*Musa balbisiana*) en la parroquia Julio Moreno Espinoza Cantón Santo 2015. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- FAO. (2018). Manejo de pesticidas en la industria bananera. Retrieved from <http://www.fao.org>
- Faske, T. ., & Hurd, K. (2015). Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to Fluopyram. *Journal of Nematology*, 47(4), 316–321.
- Ferraz, S., Freitas, L., Lopes, E. A., & Dias-Arieira, C. (2010). Manejo Sustentavel de Fitonematoides. Retrieved from [https://www.academia.edu/45543129/Manejo\\_Sustentável\\_de\\_Fitonematóides\\_Silamar\\_Ferraz\\_Editora\\_UFV\\_2010\\_](https://www.academia.edu/45543129/Manejo_Sustentável_de_Fitonematóides_Silamar_Ferraz_Editora_UFV_2010_)

- Garcés, H. (2010). Comparación de la calidad y efectos de lixiviados obtenidos a partir del raquis de banano (*musa acuminata*) y plátano (*musa balbisiana*) mediante transformación aeróbica y anaeróbica en condiciones de invernadero. Escuela Politécnica del Litoral.
- INEC. (2021). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2020. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 23.
- Jaramillo, R. (2018). Evaluación del hongo *Paecilomyces lilacinus*, el bio-estimulante Agro-Mos® y el nematicida fluopyram para el control del nematodo nodulador *Meloidogyne incognita* en plantas de plátano (*Musa paradisiaca* cv. "Curaré enano") en invernadero. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6338/1/CPA-2018-T049.pdf>
- Lara, S., & Núñez, Á. (2016). Nematodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (*Musa acuminata* AA) en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de FITOPATOLOGÍA*, 34, 116–130. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1507-7>
- López, R., & Quezada, M. (1997). Reproducción de *Meloidogyne incognita* en varias malezas presentes en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 8(2), 112–115. Retrieved from [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v08n02\\_112.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v08n02_112.pdf)
- Mackliff, M. (2012). Evaluación de la eficacia de Nematón en la reducción poblacional de *Radopholus similis* en condiciones controladas de invernadero. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Malta, N. (2021). Utilização de extratos aquosos de *Annona squamosa* E *Azadirachta indica* no manejo de fitonematoides em mudas de bananeira. Universidad Federal de Alagoas. Retrieved from <http://www.ufrgs.br/actavet/31-1/artigo552.pdf>
- Meneses, A. (2003). Utilización de hongos endofíticos provenientes de banano orgánico para el control biológico del nemátodo barrenador *Radopholus similis* COBB, THORNE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - Costa Rica.
- Quiróz, D. (2019). Evaluación de tres inoculantes microbianos de suelo AGRO-MOS, GALVANIZE SOIL y PAZAM 13 WP sobre el control del nemátodo nodulador (*Meloidogyne incognita*) en banano (*Musa acuminata* Colla cv. Gran enano). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

- Rehman, A., Javed, N., Ahmad, R., & Shahid, M. (2009). Proctective and curative effect of bio-products against the invasion and development of root-knot nematode in tomato. *Journal of Human Development*, 6(1), 1–22. Retrieved from <http://pjp.pakps.com/files/37-40-Ateeq-final.pdf>
- Rocha, L. B. (2018). Identificación de Nemátodos Fitoparásitos Asociados al Cultivo de Rosa (*Rosa sp*), en el Sector Lasso Provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from [https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28446/1/Tesis-202 Ingeniería Agronómica -CD 588.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28446/1/Tesis-202%20Ingeniería%20Agronómica%20-CD%20588.pdf)
- Rodríguez, A. (2019). “Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de banano (*Musa sp.*), variedad Gran enano Cavendish, en Quevedo, provincia de Los Ríos”. *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rosas, L. (2014). Métodos de extracción de mematodos fitopatógenos. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 32, 32–33. Retrieved from [http://rmf.smf.org.mx/suplemento/docs/Volumen322014/Taller/TALLER\\_NEMATODOS \\_ROSASHERNANDEZ.pdf](http://rmf.smf.org.mx/suplemento/docs/Volumen322014/Taller/TALLER_NEMATODOS_ROSASHERNANDEZ.pdf)
- Saire, L. (2017). Productos químicos alternativos e ingredientes activos comercialmente nuevos para el control de *Meloidogyne* en tomate en invernadero. Universidad Nacional Agraria La molina.
- Salazar, J., Arroyave, N., & Aristizábal, M. (2012). Evaluación de métodos de manejo de nemátodos fitoparásitos en plátano (*Musa AAB*) DOMINICO. Departamento de Producción Agropecuaria. Universidad de Caldas., 20(1), 51–63.
- Sánchez, L. (2011). Desarrollo de alternativas orgánicas-biológicas para el manejo de nemátodos en bananeras orgánicas de las provincias de Guayas y Los Ríos, 103. Retrieved from <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/75>
- Sancho, C., & Salazar, L. (1985). Nematodos parasitos del arroz (*Oryza sativa*) en el sureste de Costa Rica. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. Retrieved from [https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v09n02\\_161.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v09n02_161.pdf)
- Soto, M. A. (2016). Control poblacional de *Meloidogyne spp.* en el cultivo de Tomate (*Lycopersicum esculentum*) mediante extractos vegetales bajo ambiente protegido en San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Retrieved from [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9847/control\\_poblacional\\_Meloido](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9847/control_poblacional_Meloido)



gyne\_spp\_en\_cultivo\_Tomate\_%28Lycopersicum esculentum%29\_mediante-extractos\_vegetales\_bajo\_ambiente\_protegido\_San\_Carlos..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tigasi, C. (2017). Cultivo de alta densidad en banano (*Musa paradisiaca* Var. Cavendish). Universidad Técnica de Cotopaxi.

Triviño, C., Navia, D., & Velasco, L. (2013). Guía para reconocer daño en raíces y métodos de muestreo y extracción de nemátodos en raíces y suelo. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja”. Boletín Divulgativo No 433. 17p., (433).

Valencia, F. (2018). Análisis de exportaciones de banano convencional y segunda 2014-2015 y su incidencia economía de la provincia de El Oro. Universidad Técnica de Machala.

Vásquez, R. (2010). El impacto del comercio del Banano en el desarrollo del Ecuador. AFESE Temas Internacionales, 53(53), 167–182.

Zatán, E. (2018). Nemátodos parásitos asociados al cultivo de banano (*Musa spp.*) En el distrito de Buenos Aires, Valle del Alto Piura. Universidad Nacional de Piura.

## Anexos

**Anexo A** Tablas ANOVAS y de Múltiples Rangos para Larvas de nemátodos eclosionadas a las 48 y 72 horas.

**Tabla 22.** ANOVA para larvas de nemátodos eclosionadas por TRATAMIENTOS a las 48 horas.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	0,575	4	0,14375	0,3349
Intra grupos	1,73438	15	0,115625	
Total (Corr.)	2,30938	19		

**Tabla 23.** Pruebas de Múltiple Rangos para larvas de nemátodos eclosionadas por TRATAMIENTOS a las 48 horas.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2 (Lixiviado R. Banano)	4	1,0	X
T1 (Neem)	4	1,125	X
T4 (Verango)	4	1,25	X
T3 (Aceite Ricinus)	4	1,3125	X
T5 (Testigo)	4	1,5	X

**Tabla 24.** Tabla ANOVA para larvas de nemátodos eclosionadas por TRATAMIENTOS a las 72 horas

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	0,325	4	0,08125	0,5689
Intra grupos	1,60938	15	0,107292	
Total (Corr.)	1,93438	19		

**Tabla 25.** Pruebas de Múltiple Rangos para larvas de nemátodos eclosionadas por TRATAMIENTOS a las 72 horas.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2 (Lixiviado R. Banano)	4	1,19	X
T4 (Verango)	4	1,25	X
T1 (Neem)	4	1,375	X
T3 (Aceite Ricinus)	4	1,5	X
T5 (Testigo)	4	1,5	X

**Anexo B** Tablas ANOVAS y de Múltiples Rangos para *Radopholus similis* por Tratamientos a los 60 y 90 dda (RAÍZ).

**Tabla 26.** ANOVA para *Radopholus similis* por Tratamientos a los 60 dda.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	446,78	4	111,70	<b>0,9583</b>
Intra grupos	1 0887,5	15	725,84	

<b>Total (Corr.)</b>	1 1334,3	19		
----------------------	----------	----	--	--

**Tabla 27.** ANOVA para *Radopholus similis* por Tratamientos a los 90 dda.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	2 840,98	4	710,25	<b>0,3116</b>
<b>Intra grupos</b>	8 143,91	15	542,93	
<b>Total (Corr.)</b>	10 984,9	19		

**Tabla 28.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Radopholus similis* por Tratamientos a los 60 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	42,90	<b>A</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	47,65	<b>A</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	47,99	<b>A</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	54,65	<b>A</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	55,52	<b>A</b>

**Tabla 29.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Radopholus similis* por Tratamientos a los 90 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	39,16	<b>A</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	47,99	<b>A</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	51,79	<b>A</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	59,01	<b>A</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	74,62	<b>A</b>

**Anexo C** Tablas ANOVAS y de Múltiples Rangos para *Meloidogyne spp.* por Tratamientos a los 90 dda (RAÍZ).

**Tabla 30.** ANOVA para *Meloidogyne spp.* por Tratamientos a los 90 dda.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	1 198,38	4	299,59	<b>0,3993</b>
<b>Intra grupos</b>	4 145,31	15	276,35	
<b>Total (Corr.)</b>	5 343,68	19		

**Tabla 31.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Meloidogyne spp.* por Tratamientos a los 90 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	7,83	<b>A</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	7,83	<b>A</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	17,58	<b>A</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	22,34	<b>A</b>

T1 (Neem)	4	27,17	A
-----------	---	-------	---

**Anexo D** Tablas ANOVAS y de Múltiples Rangos para *Helicotylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.* por Tratamientos a los 60 y 90 dda (SUELO).

**Tabla 32.** ANOVA para *Helicotylenchus spp.* por Tratamientos a los 60 dda.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	17 5000	4	4 3750	<b>0,0642</b>
Intra grupos	23 4375	15	1 5625	
Total (Corr.)	40 9375	19		

**Tabla 33.** ANOVA para *Meloidogyne spp.* por Tratamientos a los 60 dda.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	10 6250	4	26562,5	<b>0,2267</b>
Intra grupos	24 9622	15	16641,4	
Total (Corr.)	355 872	19		

**Tabla 34.** ANOVA para *Helicotylenchus spp.* por Tratamientos a los 90 dda.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	106 250	4	26 562,5	<b>0,1221</b>
Intra grupos	183 594	15	12 239,6	
Total (Corr.)	289 844	19		

**Tabla 35.** ANOVA para *Meloidogyne spp.* por Tratamientos a los 90 dda.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	137 500	4	34 375,0	<b>0,1321</b>
Intra grupos	246 094	15	16 406,3	
Total (Corr.)	383 594	19		

**Tabla 36.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Helicotylenchus spp.* por Tratamientos a los 60 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1 (Neem)	4	0	A
T2 (Lixiviado R. Banano)	4	0	A
T3 (Aceite Ricinus)	4	63	A
T5 (Testigo)	4	125	A
T4 (Verango)	4	250	A

**Tabla 37.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Meloidogyne spp.* por Tratamientos a los 60 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4 (Verango)	4	0	A

T2 (Lixiviado R. Banano)	4	63	A
T3 (Aceite Ricinus)	4	94	A
T1 (Neem)	4	188	A
T5 (Testigo)	4	188	A

**Tabla 38.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Helicotylenchus spp.* por Tratamientos a los 90 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1 (Neem)	4	0	A
T4 (Verango)	4	0	A
T5 (Testigo)	4	0	A
T2 (Lixiviado R. Banano)	4	31	A
T3 (Aceite Ricinus)	4	188	A

**Tabla 39.** Pruebas de Múltiple Rangos para *Meloidogyne spp.* por Tratamientos a los 90 dda.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1 (Neem)	4	0	A
T4 (Verango)	4	0	A
T5 (Testigo)	4	63	A
T3 (Aceite Ricinus)	4	125	A
T2 (Lixiviado R. Banano)	4	219	A

**Anexo E** Tablas ANOVAS y de Múltiples Rangos para Diámetro del tallo inicial y final por Tratamientos.

**Tabla 40.** ANOVA para Diámetro del tallo inicial y final por Tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor p
Entre grupos	48,71	4	12,18	<b>0,2344</b>
Intra grupos	116,66	15	7,78	
Total (Corr.)	165,36	19		

**Tabla 41.** Pruebas de Múltiple Rangos para Diámetro del tallo inicial y final por Tratamientos.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T5 (Testigo)	4	56,25	A
T3 (Aceite Ricinus)	4	59,06	A
T1 (Neem)	4	59,19	A
T2 (Lixiviado R. Banano)	4	59,25	A
T4 (Verango)	4	61,13	A

**Anexo F** Tablas ANOVAS y de Múltiples Rangos para Tamaño del racimo inicial por Tratamientos.

**Tabla 42.** ANOVA para Tamaño del racimo inicial por Tratamientos

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	0,0183	4	0,004575	<b>0,1553</b>
<b>Intra grupos</b>	0,0353	15	0,00235333	
<b>Total (Corr.)</b>	0,0536	19		

**Tabla 43.** Pruebas de Múltiple Rangos para Tamaño del racimo inicial por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	1,14	<b>A</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	1,18	<b>A</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	1,18	<b>A</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	1,21	<b>A</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	1,23	<b>A</b>

**Anexo G** Tablas ANOVAS y de Múltiples Rangos para Número de manos por racimo por Tratamientos.

**Tabla 44.** Tabla ANOVA para Número de manos por racimo por Tratamientos

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	0,5	4	0,125	<b>0,7629</b>
<b>Intra grupos</b>	4,0625	15	0,270833	
<b>Total (Corr.)</b>	4,5625	19		

**Tabla 45.** Pruebas de Múltiple Rangos para Número de manos por racimo por Tratamientos

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	5	<b>A</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	5	<b>A</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	5	<b>A</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	6	<b>A</b>

**Anexo H** Tablas ANOVAS y de Múltiples Rangos para el Calibre de los dedos de la fruta cosechada por Tratamientos.

**Tabla 46.** Tabla ANOVA para el Calibre de los dedos de la fruta cosechada por Tratamientos

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Entre grupos</b>	5,45	4	1,3625	<b>0,1738</b>
<b>Intra grupos</b>	11,11	15	0,740625	
<b>Total (Corr.)</b>	16,56	19		

**Tabla 47.** Pruebas de Múltiple Rangos para Calibre de los dedos de la fruta cosechada por Tratamientos.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>T5 (Testigo)</b>	4	42	<b>A</b>
<b>T3 (Aceite Ricinus)</b>	4	43	<b>A</b>
<b>T1 (Neem)</b>	4	43	<b>A</b>
<b>T2 (Lixiviado R. Banano)</b>	4	43	<b>A</b>
<b>T4 (Verango)</b>	4	44	<b>A</b>



## Anexo I Toma de muestras de suelo y raíces para el respectivo análisis nematológico



## Anexo J Preparación y aplicación de los respectivos tratamientos







**Anexo K** Proceso de extracción de nemátodos en suelo y raíces en el laboratorio.





**Anexo L** Muestra lista para su respectiva identificación en el microscopio y nemátodo observado en el microscopio.



**Anexo M** Medición de las variables agronómicas



