



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la  
Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efectos del trinchado de raíces de banano (*Musa AAA*) sobre la masa radical y la densidad poblacional de nemátodos”.

**AUTOR:**

Cesar Gabriel Cando Tuarez

**TUTORA:**

Ing. Agr. Carmen Triviño Gilces, Ph.D.

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la  
Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efectos del trinchado de raíces de banano (*Musa AAA*) sobre la masa  
radical y la densidad poblacional de nemátodos”.

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Álvaro Pazmiño Pérez MSc.

**PRESIDENTE**

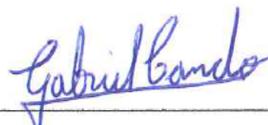
Ing. Agr. Emma Lombeida García MBA.

**VOCAL PRINCIPAL**

Ing. Agr. David Mayorga Arias Mg.IA.

**VOCAL PRINCIPAL**

El contenido del presente trabajo, su investigación, resultados, conclusiones y recomendación es de exclusiva responsabilidad del autor.

A handwritten signature in blue ink that reads "Gabriel Cando". The signature is written in a cursive style with a horizontal line underneath the name.

---

Cesar Gabriel Cando Tuarez

## DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi soporte a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, contribuyendo a mi formación tanto profesional y como ser humano.

La presente investigación está también dedicada a la comunidad académica y científica que se esfuerza en encontrar respuesta a sus incógnitas.

¡Que nadie se quede afuera, se los dedico a todos!

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en especial al ser celestial Cristo, el más grande socialista de todos los tiempos, por todo lo que me ha dado, por todo lo que me dará.

Al gobierno de la Revolución Ciudadana por haberme incentivado económicamente a culminar estos estudios y por sus políticas pioneras en mejoras de la educación superior del país.

Quiero agradecer a mi madre Maria Jacqueline, por todo estos años de enseñanza y caminar juntos por su constante perseverancia por que sus hijos se superen en la vida. A mi padre Cesar Gabriel por enseñarme el valor del trabajo y del esfuerzo por obtener un objetivo en la vida.

A las personas que a lo largo de estos 20 años de estudios académicos me han apoyado con sus consejos y acciones. A mis profesores de toda mi vida académica, a mis compañeros y amigos que este largo recorrido me dejo.

Un agradecimiento especial a mi amigo Frovel Zambrano por todo su apoyo, inclusive en este trabajo experimental.

Quiero agradecer infinitamente a la empresa en donde realice la ejecución del trabajo, en especial al Ing. Leonado Rosado por su apoyo durante todo el tiempo que duro la tesis A la Dra. Carmen Triviño por su apoyo incondicional en esta investigación, al personal de Anemagro por su ayuda y acogida.

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos.....	3
1.1.1	Objetivo general.....	3
1.1.2	Objetivos específicos.....	3
II.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Cultivo de banano.....	4
2.2	El Trinche o Hércules.....	4
2.3	Nemátodos y su importancia económica.....	5
2.3.1.	<i>Radopholus similis</i> (Nematodo lesionado barrenador de raíces del banano).....	6
2.3.2.	<i>Helicotylenchus</i> spp. (Nematodo espiral).....	8
2.3.3.	<i>Meloidogyne</i> spp. (Nematodo agallador de raíces).....	9
2.3.4.	<i>Pratylenchus</i> spp. (Nematodo lesionado de raíces).....	11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1	Características del sitio experimental.....	13
3.2	Características climáticas.....	13
3.3	Materiales experimentales.....	13
3.4	Factores estudiados.....	14
3.5	Métodos.....	14
3.6	Tratamientos estudiados.....	14
3.7	Diseño Experimental.....	14
3.8	Análisis Funcional.....	15
3.9	Manejo del ensayo.....	15
3.9.1	Muestreo de raíces de banano.....	16
3.9.2	Muestreo de suelo.....	16
3.10	Datos evaluados.....	16
3.10.1	Peso total de raíces (g).....	16
3.10.2	Porcentaje de raíces sanas.....	17
3.10.3	Densidad poblacional de nemátodos en raíces.....	17
3.10.4	Densidad poblacional de nemátodos/100 cm <sup>3</sup> de suelo.....	17
IV.	RESULTADOS.....	19

4.1. Determinación del efecto del trinchado de raíces de banano sobre la masa radical.....	19
4.1.1 Peso total de raíces .....	19
4.2. Efecto del trinchado en la calidad de raíces del banano.....	20
4.2.1 Porcentaje de raíces sanas .....	20
4.3. Efecto del trinchado de raíces del banano sobre la densidad de población de nematodos fitoparásitos. ....	22
4.3.1 Densidad poblacional de <i>R. similis</i> /100 g raíces .....	22
4.3.2 Densidad de población de <i>H. multincinctus</i> .....	23
4.3.3. Densidad de población de <i>Meloidogyne</i> spp.....	25
4.3.4 Densidad poblacional total de nematodos en 100 g de raíces .....	26
4.3.5 Densidad población total de nematodos/100cm <sup>3</sup> de suelo .....	27
V. DISCUSIÓN .....	29
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
VII. RESUMEN .....	31
VIII. SUMMARY.....	32
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	33

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Peso total de raíces por planta de banano obtenido a los 30, 60 y 90 días después del trinchado. UTB, FACIAG, 2019. ....	20
Cuadro 2. Porcentaje de raíces sanas por planta de banano, obtenido a los 30, 60 y 90 días después del trinchado como consecuencia de las trinchadas de las raíces. UTB, FACIAG, 2019. ....	21
Cuadro 3. Densidad de población de <i>Radopholus similis</i> obtenidos a los 30, 60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019. ....	23
Cuadro 4. Densidad de población de <i>Helicotylenchus multicinctus</i> obtenidos a los 30, 60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019. ....	24
Cuadro 5. Densidad de población de <i>Meloidogyne</i> spp. obtenidos a los 30,60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019. ....	26
Cuadro 6. Densidad población total de nematodos obtenida a los 30,60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019. ....	27
Cuadro 7. Densidad población total de nematodos obtenida en el análisis de suelo a los 30, 60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019. ....	28

## INDICE DE ANEXOS

Cuadro. 1A. Análisis de varianza del peso total de raíces de banano, obtenido a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	40
Cuadro. 2A. Análisis de varianza del porcentaje de raíces sanas, obtenido a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	40
Cuadro. 3A. Análisis de varianza de la población de <i>Radopholus similis</i> en 100 g de raíces, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 ....	40
Cuadro. 4A. Análisis de varianza de la población de <i>Helicotylenchus multincinctus</i> en 100 g de raíces, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019.....	41
Cuadro. 5A. Análisis de varianza de la población de <i>Meloidogyne</i> en 100 g de raíces, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	41
Cuadro. 6A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 g de raíces, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	41
Cuadro. 7A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 cm <sup>3</sup> de suelo, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	42
Cuadro. 8A. Análisis de varianza del peso total de raíces de banano, obtenido a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	42
Cuadro. 9A. Análisis de varianza del porcentaje de raíces sanas, obtenido a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	42
Cuadro. 10A. Análisis de varianza de la población de <i>Radopholus similis</i> en 100 g de raíces, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 ....	43
Cuadro. 11A. Análisis de varianza de la población de <i>Helicotylenchus multincinctus</i> en 100 g de raíces, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019.....	43
Cuadro. 12A. Análisis de varianza de la población de <i>Meloidogyne</i> en 100 g de raíces, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	43
Cuadro. 13A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 g de raíces, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	44
Cuadro. 14A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 cm <sup>3</sup> de suelo, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	44
Cuadro. 15A. Análisis de varianza del peso total de raíces de banano, obtenido a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	44
Cuadro. 16A. Análisis de varianza del porcentaje de raíces sanas, obtenido a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	45

Cuadro. 17A. Análisis de varianza de la población de <i>Radopholus similis</i> en 100 g de raíces, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 ....	45
Cuadro. 18A. Análisis de varianza de la población de <i>Helicotylenchus multicinctus</i> en 100 g de raíces, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019.....	45
Cuadro. 19A. Análisis de varianza de la población de <i>Meloidogyne</i> en 100 g de raíces, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	46
Cuadro. 20A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 g de raíces, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	46
Cuadro. 21A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 cm <sup>3</sup> de suelo, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019 .....	46

## **ANEXO 2. Figuras de la ejecución del trabajo experimental**

Figura 1A. Herramienta utilizada para aplicar los tratamientos.....	47
Figura 2A. Desarrollo del trabajo en el campo .....	47
Figura 3A. Trinchado de raíces de banano de forma lateral frente al hijo.....	47
Figura 4A. Muestreo de suelo y raíces de banano .....	47
Figura 5A. Lavado de raíces de banano.....	48
Figura 6A. Licuado de raíces de banano.....	48
Figura 6A. Corte de raíces de banano .....	48
Figura 8A. Extracción de nematodos mediante el método licuado- tamizado .....	48
Figura 9A. Raíces lavadas para la extracción de nematodos .....	49
Figura 10A. Peso de las raíces .....	49
Figura 11A. Recolección de 100 cm <sup>3</sup> de suelo .....	49
Figura 12A. Extracción de nematodos a través del método de incubación.....	49
Figura 13A. Extracción de la alícuota de 2 ml .....	50
Figura 14A. Evaluación de poblaciones de nematodos .....	50
Figura 15A. Revision del trabajo experimental.....	50

## I. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa AAA*) es el cuarto cultivo de mayor importancia a nivel mundial por ser el soporte económico y alimenticio de millones de personas en más de 120 países, primordialmente en América Latina y el Caribe. En Ecuador, este cultivo es el primer producto no petrolero de exportación, es de mucha relevancia en la economía del país por la generación de divisas.

En el año 2016, de las 6,53 millones de toneladas producidas, 5,93 millones de toneladas (91%) se destinaron al exterior por un valor de USD 2 623 millones, valor que representó el 16% frente al total de exportaciones, mientras que, la superficie plantada de banano en el Ecuador se ubicó en 186 222 hectáreas, 9 311 menos a las reportadas en el 2015. En tanto que la superficie cosechada se vio afectada en cerca de seis mil hectáreas, la causa principal fue el ataque de plagas y enfermedades. Esta situación indujo a la reducción del 9% en la producción y con la consecuente baja en las exportaciones<sup>1</sup>

Las plantaciones de banano de Ecuador se ven afectadas por el nemátodo lesionador barrenador *Radopholus similis*, cuyo resultado más visible es la caída de plantas, principalmente por el deterioro de las raíces particularmente con vientos fuertes o cuando un racimo es pesado.

Actualmente, las poblaciones de *Helicotylenchus multicinctus* se han incrementado comparadas con los años anteriores, en algunos casos superiores a las de *Radopholus similis*; mientras que el agallador de raíces, *Meloidogyne incognita* y *Pratylenchus* spp. se mantienen con poblaciones de moderadas a bajas. En general, las plantaciones de banano están infestadas con los nemátodos *Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus*, *M. incognita* y *Pratylenchus* spp., en orden descendente.<sup>2</sup>

La remoción de tierra con trincho es una labor que se realiza en suelos compactado con el fin de airear el suelo y evitar lixiviados en las épocas de

---

<sup>1</sup> /Fuente: MAG. (2016). Boletín Situacional del Banano (en línea). Quito, s.e.

<sup>2</sup> /Fuente: Triviño Carmen. 2003. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos (en línea). *In* Manejo de nematodos en musáceas del Ecuador. Rivas, G; Rosales, F (eds.). Guayaquil, s.e. p. 103.

lluvias, también es importante para la aplicación de fertilizante para proporcionar una mejor incorporación del mismo.

Esta labor de trinchado es más propicia cuando se lo realiza a suelos muy compactados, ya que por constante movilización del personal de bananera, hacen que el suelo se compacte y esto provoca menos asimilación de los productos aplicados en la plantación, esta compactación puede originar débil desarrollo radical que hace que la planta se debilite.

Ante este problema se ha planteado un estudio donde se pueda determinar los efectos que tendría practicar la labor cultural del trinchado sobre la masa radical y la densidad poblacional de nematodos, labor que actualmente muchos productores de banano la están realizando para incrementar los rendimientos.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

Definir los efectos del trinchado de raíces de banano sobre la masa radical y la densidad poblacional de nemátodos.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar el efecto del trinchado de raíces de banano sobre la masa radical.
- Estudiar el efecto del trinchado sobre la calidad de raíces del banano.
- Evaluar el efecto del trinchado de raíces de banano sobre la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos y de vida libre (raíces y suelo).

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Cultivo de banano

Según Gómez (2017) el cultivo del banano (*Musa acuminata* AAA) se originó en el sureste asiático, fue traído a América por los españoles en la época de la colonización y distribuido mediante la migración de los propios nativos.

Parra et al. (2009) señala que la mayoría de cultivares de banano tienen origen en dos especies silvestres: *Musa acuminata* y *M. balbisiana* que por poliploidía e hibridación generan las variedades cultivadas. Las composiciones ploídica y genómica de los diferentes clones representan a *M. acuminata* y *M. balbisiana*, respectivamente, como A y B.

Soto (2011) sostiene que el consumo de banano como fruta fresca en el mundo, predomina a todas las demás frutas, incluyendo las manzanas, y solo es sobrepasado por el consumo de cítricos industriales. El país de mayor producción de banano del mundo es India con un 19% seguido de Brasil con 15%, y de Ecuador con 12%. China produce un 10%, y otros países como Colombia, Costa Rica, Filipinas y México, producen entre 6 y 4%, seguido de un grupo grande de países, que con menos del 3% individual, producen un 36% del total.

Fagiani y Tapia (2007) reporta que la raíz de esta planta son superficiales, distribuidas radialmente en los primeros 30 cm. del suelo y alcanza un largo de 1,5 a 2 metros. El cormo nombrado comúnmente cepa, produce una yema vegetativa que sale de la planta madre y sufre un cambio anatómico y morfológico de los tejidos y al crecer diametralmente forma el rizoma que alcanza una considerable altura.

### 2.2 El Trinche o Hércules

Está formando por un estructura de acero y en su parte inferior consta de tres o cuatro puntas de acero con la finalidad de introducirlo al suelo para levantar dicha masa posteriormente, los beneficios que conlleva la utilización de este aparato es la mayor aireación que provoca en la zona radicular de la planta, y su utilización no resulta muy costoso y produce mayor beneficio al utilizarlo en la

base de la media luna del pseudotallo (Bustamante 2016).

De acuerdo a Mon (2007) una roturación efectuada en los primeros 20 cm de suelo mejorara las condiciones en los primeros 40 cm de suelo aumentando el contenido de agua, porcentaje de materia orgánica, mejorando y aumentando la masa radicular

Suárez (2012) informa que la remoción con tres pases del trinche en media luna incrementó la porosidad y porcentaje de raíces vivas; y con esto la actividad de los microorganismos del suelo, ligados a la mineralización de la materia orgánica y liberación del nitrógeno, produjo las mejores condiciones suelo-planta.

Gia (2014) menciona que en ensayo realizado en Machala-Ecuador, la herculización ayudó al incremento de la masa radical del banano considerablemente; con esta práctica la altura de la planta tuvo resultados significativos con tres pases del trinche frente al hijo en media luna; en cuanto al grosor del pseudotallo el promedio del ensayo fue de 87,3 cm; el número total de hojas fue de 15 y el número de manos por racimo fue de 8 en promedio.

Chávez y Araya (2009) publicaron que los factores abióticos y bióticos disminuyen la productividad del banano, dentro de los factores abióticos, las condiciones edáficas, especialmente textura, estructura y el contenido de sodio son los que más limitan la producción. De los factores bióticos, los nematodos son la principal causa del deterioro radical, lo que conlleva a la reducción en peso del racimo y longevidad de las plantaciones y a incrementos entre los ciclos de cosecha.

### **2.3 Nematodos y su importancia económica**

Escudero (2015) indica que los nematodos son uno de los microorganismos más cuantiosos en la biosfera, con alrededor de 25 000 especies descritas, aunque se estima una diversidad oculta mayor, pudiendo llegar a un millón de especies. Los nematodos parásitos de plantas se escrutan en detalle debido al daño que causan en las plantas y a las pérdidas que generan en el campo agrícola.

A demás de las enfermedades causadas por hongos, bacterianas y virus, el banano también es susceptible al ataque por nematodos fitoparásitos en todo el mundo, las plantaciones de banano han sido amenazadas por patógenos y plagas graves. Estos nematodos infectan raíces y rizomas, causando severos perjuicios en plantaciones de banano (Santos et al. 2013).

### **2.3.1. *Radopholus similis* (Nematodo lesionador barrenador de raíces del banano).**

Entre los nematodos que causan grandes perjuicios económicos esta *R. similis* que es considerado uno de los 10 nematodos más importantes en el trópico, siendo reportado como parásito de más de 250 especies de plantas (Volcy 2011).

Guzmán (2011) señala que es un nematodo fitoparásito que puede ocasionar pérdidas de rendimiento entre 20 y 100% y que además se nutre de raíces y cormos de banano y plátano, en las raíces causa lesiones de color rojo vinoso, éstas se necrosan perjudicando el crecimiento y desarrollo de estos cultivos. El intercambio de material de siembra infectado es el principal medio de su diseminación alrededor del mundo, debido a que estas musáceas han sido tradicionalmente propagadas por manera asexual mediante colinos o cepas y a que este fitonematodo se caracteriza por penetrar y movilizarse dentro de las células de raíces y los cormos.

Este nematodo es endoparásito migratorio, alargado en forma de lombriz y mide aproximadamente 0.68 a 1.0 mm de longitud y 0.02 a 0.03 mm de ancho. Los estadios juveniles y la hembra tienen estilete bien desarrollado y cabeza semiesférica. Los machos casi siempre son más pequeños que las hembras, pierden el estilete y la cabeza tiene forma de botón (bonete) (Triviño y Farias 2003).

Lara-Posadas et al. (2015) relatan que las hembras son vermiformes, y tienen un tamaño de 530 a 772  $\mu\text{m}$  de largo y 15 a 31  $\mu\text{m}$  de ancho en la parte

media. La región labial es redondeada con 3 a 4 anulaciones y la vulva es prominente, es didélfica con dos órganos reproductores funcionales, ligeramente debajo de la mitad del cuerpo, su cola es en forma de cono elongado con terminación ovalada. El Macho es vermiforme ligeramente arqueado ventralmente, de 515 a 632  $\mu\text{m}$  de largo y 16 a 23  $\mu\text{m}$  de ancho. La región labial es redondeada resto del cuerpo con 4 o 5 anulaciones y elevada de 4 a 6  $\mu\text{m}$  el esófago y estilete degenerado sin nódulos basales visibles. Espícula fuerte de 18 a 20  $\mu\text{m}$  de largo y su gubernáculo alargado de 8 a 10  $\mu\text{m}$  de largo afilado en la parte anterior.

Marín et al. (2003) afirma que su ingreso a América pudo ocurrir en la isla La Española (actual República Dominicana) en el año 1516; sin embargo, su principal distribución ocurrió en la década de los 60, con el movimiento de material vegetal Cavendish para sustituir al Gross Michel por efecto del mal de Panamá. Su procedencia muy posiblemente estuvo en el sudeste asiático y no en Australia, de donde inicialmente se creía originario dada la variedad de especies de este género presentes en ese lugar.

Triviño y Farias (2004) manifiestan que el ciclo biológico de este nematodo ocurre internamente de la corteza de la raíz. Este ciclo consiste de una fase de huevo, cuatro estadios juveniles y el adulto. Los estadios juveniles 2, 3, 4 y hembra son los que causan los daños y perjuicios económicos en el sistema radical. En ambientes favorables el ciclo de huevo se completa de 22 a 25 días.

Gómez y Rojas (2008) expresan que unos de los consecuencias ocasionados por la actividad de *R. similis* en la planta es su debilitamiento debido a la deficiencia en el aprovechamiento de agua y nutrimentos ocasionado por la desgaste del sistema radical, lo cual ocasiona el desplome de la planta principalmente cuando ocurren fuertes vientos o por el peso del racimo; también reduce la vida productiva del cultivo, y el ataque severo causa la caída de 500 o más plantas con racimo por hectárea. Los dedos de las últimas manos de los racimos y la maduración de los frutos no serán uniformes en el caso de que la planta resista el ataque o no se caigan y desplome.

### **2.3.2. *Helicotylenchus* spp. (Nematodo espiral).**

Guzmán (2011) expresa que biológicamente y dependiendo del hospedante, *Helicotylenchus* spp., posee un hábito alimenticio ectoparásito y semi-endoparásito de raíces, reduciendo la producción de musáceas entre 19 y 34%, se considera la segundo especie más importante en el cultivo de banano.

Según Espinosa et al. (2018), en las hembras la vulva está localizada posterior al punto medio del cuerpo, la cola es redondeada o casi puntiaguda con una proyección corta en la cara ventral, el cuerpo es arqueado o en espiral cuando está en reposo. La región labial es redondeada o anteriormente aplanada o truncada y el estilete es moderadamente largo.

Torrado-Jaime y Castaño-Zapata (2009) mencionan que *Helicotylenchus* spp se aparece en todas las regiones donde son cultivados el banano y plátano. En las áreas tropicales donde está presente *R. similis*, *H. multincinctus* es de transcendencia secundaria. Sin embargo, en áreas subtropicales donde *R. similis* es anormal o está ausente, *H. multincinctus* puede ser el primordial problema nematológico del cultivo.

Diaz et al. (2007) indican que *H. multincinctus* penetran directamente las raíces, puesto que habitan en el suelo, los nemátodos fácilmente entran en contacto con ellas y también con los cormos, incluyendo aquellos utilizados como material propagativo para nuevas siembras, constituyéndose dichos cormos-semillas como el medio más eficiente de diseminación del nemátodo a las nuevas plantaciones, cuyos suelos naturalmente infestados requieren de la aplicación programada de nemátocidas o de otras prácticas de manejo aparte de esto también ocasiona una señal característica en los cormos, consiste en lesiones de color café negruzco cuyo tamaño varía de acuerdo al grado de colonización del tejido afectado y a la agresividad del nemátodo involucrado.

CABI (2016) reporta que en el caso de musáceas infestadas por dicho nematodo, las raíces terciarias aparecen necróticas y se desprenden fácilmente al tratar de manipularlas, las raíces muestran lesiones pequeñas alrededor del punto

de penetración de los nematodos y en los casos de infestación severa puede haber desprendimiento de las células de la epidermis y parte de la corteza. Como consecuencia de la alimentación de *Helicotylenchus* spp., en las células parenquimatosas del córtex de la raíz como en el caso de banano, el nematodo produce lesiones pequeñas longitudinales entre 3 y 10cm, que generalmente no profundizan al parénquima cortical son de color castaño rojizo a negro. Sin embargo en altas infestaciones estas lesiones pueden aparecer necrosis extensiva de la raíz en la capa más externa del córtex y muerte descendente de ésta. Las lesiones también pueden ser encontradas en cormos.

Holguin (2018) sostiene que los efectos de *H. multincinctus* tanto en el banano como en el plátano pueden conducir a la reducción del tamaño de la planta y al peso del racimo y la reducción de la vida productiva de la plantación, aparte también se ha observado el retraso del crecimiento de las plantas, al alargamiento del ciclo vegetativo y en casos extremos el volcamiento también puede ocurrir en situaciones donde hay infestaciones fuertes.

### **2.3.3. *Meloidogyne* spp. (Nematodo agallador de raíces).**

Perry et al. (2009) menciona que las hembras son sedentarias y generalmente endoparásitos, tienen forma de pera o esferoide, de color blanco. El largo de las hembras es de entre 350  $\mu\text{m}$  a 3 mm y el ancho de 300 a 700  $\mu\text{m}$ . Tienen seis labios, los labios del medio están fusionados en pares, el estilete es delicado y largo y con tres nódulos. El poro excretor es localizado usualmente entre los nódulos del estilete y el metacarpus. Las gónadas son pares y prodélficas, el patrón perineal es más o menos circular alrededor de la vulva y el ano, y tradicionalmente este carácter morfológico se ha utilizado para la identificación de especies. Los huevos no son retenidos dentro del cuerpo sino que se depositan en una sustancia gelatinosa segregada por las glándulas rectales.

Perry et al. (2009) manifiesta que los machos no son sedentarios, son vermiformes, y su cola es redonda y muy corta y sin bursa, con poca variación entre especies su longitud (700 – 2000  $\mu\text{m}$ ) varía de acuerdo con las situaciones

climáticas. La estructura cefálica y el estilete recto están bien desarrollados. El estilete es delicado y recto. La cola se estrecha hacia la punta y termina en una parte hialina. El tercer (J3) y cuarto (J4) estadio son sedentarios, están hinchados dentro de las raíces y no tienen estilete

Sikora et al. (2018), Souza y Bressan-Smith (2008) indican que el ciclo de vida básico de los nematodos agalladores inicia con la postura de una masa de huevos que usualmente es colocada interna o externamente de las raíces. La primera muda ocurre dentro del huevo, una vez eclosionados los J2 infectan rápidamente las raíces de plantas susceptibles, comienzan a alimentarse en la zona de diferenciación de la raíz y ocurren las mudas y desarrollos a J3 y J4, estos estados no son infectivos. Posteriormente se convierten en adultos. Las hembras adultas en forma de pera se mantienen dentro de la raíz y los machos adultos abandonan las raíces y no son infectivos. Cuando la hembra llega a su estado adulto, coloca sus huevos en un saco gelatinoso llamado matriz, el cual queda expuesto en la superficie de la corteza de la raíz o parcialmente cubierta, dependiendo de la posición del nemátodo.

INIA (2017) señala que los síntomas más comunes de los nemátodos agalladores es que inducen a la formación de agallas o nódulos en las raíces de sus hospederos. Las agallas se pueden distinguir en formas individuales o agrupadas en masas. A nivel aéreo, dependiendo del nivel poblacional, se puede percibir un amarilleo de hojas, a veces acompañado de marchitez y en altos grados de ataque pueden provocar falta de vigor, enanismo y limitar considerablemente la producción.

Galicia (2016) manifiesta que unos de los daños provocados por este nematodo son la reducción y deformación del sistema radicular y que además de la producción de agallas y células gigantes, las especies de *Meloidogyne* ocasionan que las raíces reciamente infectadas sean más cortas que las raíces sanas, poseen menos ramificaciones y menor número de pelos radiculares, el sistema radicular no utiliza agua y nutrientes en la proporción que usa un sistema radicular no infectado. Los elementos vasculares se rompen y se deforman en agallas o nódulos radiculares y el movimiento normal de agua y nutrientes

mecánicamente se impide

Según el mismo autor, menciona los daños también están ligados con la disminución de la eficiencia de la raíz y que la deformación de la raíz y su ineficiencia causa detención del desarrollo, marchitamiento en clima caliente y otros síntomas de escasez de agua y nutrientes, aunque estos estén a plenitud en el suelo el desarrollo de las plantas se restringe.

De acuerdo a Hidalgo (2008), los efectos de la infección causada por las especies de *Meloidogyne* en el crecimiento de las plantas, pueden clasificarse en efectos físicos, como el acortamiento y deformación de las raíces y la disminución de la eficiencia radicular; por otro lado, esta infección trae consigo efectos fisiológicos en la planta como la pérdida de eficiencia radicular o la reducción en crecimiento y rendimiento. Un tercer efecto sería la predisposición a otras enfermedades, debido a que las especies de *Meloidogyne* hacen más susceptible a las plantas para la infección provocada por hongos y bacterias. Así, la mayor parte del daño que los nemátodos de las agallas radicales causan a las plantas está relacionado con el proceso de alimentación, pues disminuye la capacidad de las raíces para captar y transportar nutrientes al resto de la planta, lo que se traduce en un debilitamiento general y en pérdidas de producción

#### **2.3.4. *Pratylenchus* spp. (Nematodo lesionado de raíces).**

INIA (2017) manifiesta que el nemátodo de las lesiones es un endoparásito migratorio, cuya hembra pone sus huevos en los tejidos de las raíces o en el suelo. El segundo estado juvenil J2 es el que emerge del huevo. Luego sufre tres mudas antes de llegar al estado adulto. Todos los estados son infestivos y capaces de entrar a la raíz, ingreso que es realizado preferentemente en la zona de elongación radicular. En muchas especies de *Pratylenchus* los machos son escasos o desconocidos, lo que sugiere que la partenogénesis es la principal estrategia reproductiva. Las hembras ponen de uno a dos huevos por día. La duración del ciclo biológico depende de la especie de nemátodo y de las condiciones ambientales, especialmente la temperatura, sin embargo su duración fluctúa entre 30 a 60 días

Morales (2017) indica que el nematodo puede penetrar cualquier parte de la raíz, pero prefiere las zonas en donde hay mayor cantidad de pelos absorbentes. Los órganos de la planta sobre el suelo no demuestran síntomas específicos de ataque de este nematodo, aunque comúnmente las hojas presentan color clorótico o color verde pálido a amarillo; las plantas se debilitan con una tendencia a formar una fruta poco desarrollada. La forma de penetración a los tejidos es de la siguiente manera: los nematodos sondan, pinchan y parcialmente se nutren de la pared de las células en la epidermis luego se dirigen hacia el contenido de la célula, el mismo patrón de ataque es repetido cuando los nematodos migran de un lado a otro y se alimentan de la corteza de la raíz, por otra parte las raíces absorbentes pueden ser escasa en comparación con los sistemas de raíces.

Talavera (2003) señala que en las raíces la penetración de este nemátodo produce pequeñas lesiones necróticas de un milímetro a varios centímetros de longitud que valen de entrada a otros organismos (*Verticillium*, *Rhizoctonia*, entre otros). Las plantas contagiadas por nemátodos lesionadores, generalmente tienen sistema radical reducido y las raíces alimenticias destruidas. Si la infestación de las plantas es alta se reduce el desarrollo de las raíces, se retrasa su crecimiento y se presenta clorosis en el área foliar.

Hernández-Ochandía et al. (2018) mencionan que las plantas afectadas por especies de *Pratylenchus* muestran clorosis, raquitismo y marchitamiento y, generalmente, se encuentran distribuidas en parches en el campo cultivado; mientras que, en las raíces, provocan lesiones al alimentarse de los tejidos epidérmicos y corticales de las raíces jóvenes; las lesiones son de color café o negro, las cuales, posteriormente, pueden ser atacadas por microorganismos, como hongos y bacterias.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Características del sitio experimental

La investigación se desarrolló en la Hcda. Alejandra, propiedad de la empresa Industrial Agrícola Cañas, ubicada en el km 22 de la vía Babahoyo - San Juan, provincia de Los Ríos, que tiene las siguientes coordenadas geográficas UTM: X= 660041.82 E; Y= 9818544.27 S, con una topografía plana, altitud de 13 msnm<sup>3</sup> y suelo franco arcilloso<sup>4</sup>.

#### 3.2 Características climáticas

La zona presenta un clima tropical húmedo con una temperatura media anual de 25.90 °C, y precipitación media anual de 1482.40 mm, humedad relativa de 82.31 %<sup>5</sup>.

#### 3.3 Materiales experimentales

Los materiales que se utilizó en la investigación son los siguientes:

##### **Materiales de laboratorio:**

Cuchillos	Platos de aluminio
Machetes	Vasos de precipitación de 100 y 250 cc
Bandejas plásticas	Cámaras contadoras de nemátodos
Licuadora	Bomba de aire (homogenizador de líquido)
Ducha tipo teléfono	Contadores-chequeador
Picetas	Pipetas

##### **Equipos de laboratorio:**

Microscopio invertido  
Estéreo-microscopio  
Tamices N°. 60, 100, 400.  
Balanza electrónica

##### **Materiales de campo:**

Abre hoyos, Barreta, Trinche  
Machetes, GPS  
Pintura de látex  
Marcadores, Etiquetas

---

<sup>3</sup> Fuente: Datos tomados de anuario Instituto Geográfico Militar, 2018.

<sup>4</sup> Fuente: Mapa de suelos SECS, 2017

<sup>5</sup> Fuente: LOGBAN. Informe anual Climatológico, Pueblo Viejo, 2017.

### 3.4 Factores estudiados

VARIABLES Dependientes: la masa radical en hoyos de 13.5 dm<sup>3</sup> y la densidad poblacional de nematodos en 100 g de raíces y 100 cm<sup>3</sup> de suelo.

VARIABLE Independiente: trinchado de raíces de banano.

### 3.5 Métodos

En la presente investigación se empleó los métodos siguientes:

Deductivo - inductivo,

Inductivo – deductivo y

Experimental.

### 3.6 Tratamientos estudiados

Se investigaron cinco tratamientos, de los cuales cuatro se efectuaron con la herramienta del trinche, los tratamientos se detallan a continuación.

N°	Tratamientos
1.	Dos Trinchadas frontal frente al hijo
2.	Tres Trinchadas frontal frente al hijo
3.	Dos Trinchadas lateral frente al hijo
4.	Tres Trinchadas lateral frente al hijo
5.	Testigo sin trincar

### 3.7 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental DBCA (bloques completamente al azar), con cinco tratamientos, de cinco repeticiones compuestas de dos plantas cada una.

### 3.7.1 Análisis de varianza

Para el análisis de varianza se utilizó el siguiente esquema:

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	4
Repeticiones	4
Error experimental	16
Total	24

### 3.8 Análisis Funcional

La comparación de las media de tratamientos se realizó con la prueba del Rango Múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad.

### 3.9 Manejo del ensayo

En la hacienda Alejandra, se seleccionó un lote de la plantación de aproximadamente 0.5 ha, que previamente no fue trinchado ni tratado con ningún nematicidas químico durante seis meses aproximadamente. Las plantas del contorno de esta superficie fueron marcadas con pintura blanca para delimitar el área experimental.

El lote seleccionado se lo compartió en tres partes, para realizar los muestreos a los 30, 60 y 90 días después de realizado el trinchado. En cada una de las tres partes se trincharon diez hijos por cada uno de los cinco tratamientos, hasta 25 cm de profundidad, a excepción del testigo. La altura de los hijos trinchados tuvieron un rango de 1.00 m – 1.20 m, siguiendo las características de los tratamientos. Los números que identificaron los tratamientos (T1-T5) y repeticiones (R1-R5) fueron marcados en el pseudotallo de la planta madre, además se colgó una tarjeta en los hijos trinchados, con la misma identificación.

Con la finalidad de verificar los objetivos específicos a los 30, 60 y 90 días después de realizado el trinchado se realizó un muestreo de raíces y suelo del mismo hoyo, incluido el testigo. Por cada repetición (cinco) se tomó una muestra

compuesta de dos plantas hijas de 1.50 - 2.0 m de altura, cuyos datos fueron promediados para la comparación de tratamientos.

### **3.9.1 Muestreo de raíces de banano.**

Frente al hijo de 1.50 a 2.0 m de altura y a 5 cm de distancia de la base de la planta, con una barreta bien afilada se realizó un hoyo de dimensiones 30 cm largo x 15 cm ancho x 30 cm profundidad, equivalente a 13,5 dm<sup>3</sup>. Se introdujo la barreta dos o tres veces en el mismo sitio delimitando un rectángulo con las dimensiones indicadas, se extrajo el suelo junto con las raíces fuera del hoyo, se colectó las raíces y se depositaron en una bolsa plástica sin orificios. La muestra se identificó igual que los tratamientos en el campo. Las muestras fueron protegidas del sol para evitar su desecación hasta llegar al laboratorio en un máximo de dos días. En el laboratorio éstas fueron almacenadas a una temperatura de 10 a 15 °C (Triviño et al. 2013).

### **3.9.2 Muestreo de suelo.**

El suelo extraído del hoyo cavado para el muestreo de raíces, se homogenizó y se colectó 250 gramos aproximadamente por cada una de las dos plantas para conformar una muestra. Este se depositó en una bolsa plástica y se identificó con los mismos datos descritos para raíces.

## **3.10 Datos evaluados**

A los 30, 60 y 90 días después del trinchado se evaluó:

- Peso total de la masa radical en un hoyo de 13.5 cm<sup>3</sup>
- Peso de raíces sanas y dañadas por nematodos y otra causa
- Densidad poblacional de *R. similis*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp.

### **3.10.1 Peso total de raíces (g)**

Se obtuvo una muestra formada por dos submuestras, para el cual se seleccionó dos hijos de 1.50 – 2.0 m de altura y al frente de estos se cavó un hoyo de 30 cm largo x 15 cm ancho x 30 cm profundidad (13.5 dm<sup>3</sup>). Se

colectaron todas las raíces del hoyo y se colocaron en una funda plástica que se identificó con el número del tratamiento correspondiente; luego en el laboratorio se lavaron las raíces de cada muestra y se seleccionaron sanas y dañadas por separado. Se las dejó al ambiente hasta que estuvieron húmedas y luego se procedió a pesar en gramos las dos categorías por separado.

### **3.10.2 Porcentaje de raíces sanas**

Una vez realizado el peso de las raíces, cada muestra fue separada en raíces sanas y dañadas. Se aplicó la siguiente fórmula matemática para obtener el porcentaje de raíces sanas (RS).

$$\% \text{ RS} = \frac{\text{Peso de raíces sanas (g)}}{\text{Peso total de raíces (g)}} \times 100$$

### **3.10.3 Densidad poblacional de nemátodos en raíces**

Se utilizó el método licuado-tamizado. Después de pesadas las raíces, se cortaron en pedazos de 1 cm aproximadamente y se mezclaron raíces sanas y dañadas. Se pesaron 25 gramos y se licuaron con 100 cc de agua común por 20 segundos. El licuado se pasó por un juego de tres tamices de arriba hacia abajo de números 60, 100 y 400 (250, 150, 38  $\mu\text{m}$ ), el primero se lavó por dos minutos, el segundo por un minuto y en el último se colectaron los nemátodos, este sedimento agua - nemátodos se colectó en un vaso y con una piceta se aforó en 100 cc de agua. Esta solución se homogeneizó con una bomba de aire y con una pipeta se colocó 2 cc en una cámara contadora. Seguidamente se observó en el estéreo microscopio y se cuantificó el número de nemátodos por cada género antes mencionado. Por cálculo matemático se obtuvo la densidad poblacional en 100 gramos de raíces (Triviño et al. 2013).

### **3.10.4 Densidad poblacional de nemátodos/100 cm<sup>3</sup> de suelo**

Se utilizó el método de incubación para la extracción de los nemátodos del suelo, se colectó en cada hoyo alrededor de 250 g aproximadamente de suelo por repetición. En el laboratorio cada muestra se depositó en una bandeja plástica, se

mezcló y se midió 100 cm<sup>3</sup> con un vaso de precipitación para la extracción de los nemátodos. Este suelo se colocó en dos platos de aluminio superpuestos de los cuales el primero es calado y el segundo con base, sobre el primero se colocó una malla fina plástica y una hoja de papel facial; se adiciono agua común y se dejaron la muestra en incubación por tres días.

Transcurrido tres días, se eliminó el suelo colocado en el primer plato y el contenido agua – nemátodos se colectó en un vaso de precipitación. En cada muestra o vaso se eliminó el agua excedente a 100 cc, se homogenizó la solución agua-nematodos con una bomba de aire como en las raíces, se extrajeron alícuotas de 4 cc, se colocaron en cámaras contadoras para cuantificar el número de nemátodos para el cual se utilizó un estereomicroscopio y un contador-chequeador. Por cálculo matemático se obtuvo la densidad poblacional de nemátodos existentes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo (Triviño et al. 2013).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinación del efecto del trinchado de raíces de banano sobre la masa radical.

#### 4.1.1 Peso total de raíces.

En el Cuadro 1 se registra el peso total de raíces obtenido en 13.5 dm<sup>3</sup> por planta de banano después de realizado el trinchado en evaluación a los 30, 60 y 90 días. Se determinó que no existe significancia estadística en ninguno de los tratamientos aplicado para los diferentes días de evaluación. El coeficiente de variación después de realizar el análisis estadístico es de 16.0, 17.64 y 26.41 respectivamente.

El muestreo realizado a los 30 días presentó un promedio de 50,11 gramos en los tratamientos de trinchado, el valor más alto se obtuvo con tres trinchadas lateral frente al hijo (56,65 g), mientras que el testigo presentó el valor más bajo (46,72 g). A los 60 días el tratamiento que presentó más peso de raíces fue dos trinchadas lateral frente al hijo (52,01 g) mientras que el tratamiento con tres trinchadas lateral frente al hijo fue el valor numérico más bajo (44,38 g). El muestreo realizado a los 90 días indica que el tratamiento que presentó más peso de raíces fue el de dos trinchadas frontal frente al hijo (48,55 g) y el menor peso lo obtuvo el tratamiento de dos trinchadas lateral frente al hijo (32,88 g).

En este mismo cuadro se indica que, el mejor promedio de tratamientos de la masa radical se encontró realizando dos trinchadas frontal frente al hijo (48,72 g), el menor promedio se obtuvo en el tratamiento dos trinchadas lateral frente al hijo (44,20 g).

Cuadro 1. Peso total de raíces por planta de banano obtenido a los 30, 60 y 90 días después del trinchado. UTB, FACIAG, 2019.

Tratamientos	Peso total de raíces (g)/planta			Promedios Tratamientos	
	Número de pases-posición	30 días	60 días		90 días
1. Dos Trinchadas frontal frente al hijo		51,31	46,31	48,55	48,72
2. Tres Trinchadas frontal frente al hijo		44,75	47,45	45,94	46,04
3. Dos Trinchadas lateral frente al hijo		47,72	52,01	32,88	44,20
4. Tres Trinchadas lateral frente al hijo		56,65	44,38	43,13	48,05
5. Testigo sin trinchar		46,72	45,83	36,75	46,74
Promedios trinchado		50,11	47,53	42,60	46,74
Promedios General		49,43	47,19	41,45	46,02
CV (%)		16	17,64	26,41	
Significancia estadística		ns	ns	ns	

Para el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$   
 ns= no significativo

## 4.2. Efecto del trinchado en la calidad de raíces del banano.

### 4.2.1 Porcentaje de raíces sanas.

El Cuadro 2 se muestran los valores del porcentaje de raíces sanas encontrado en hoyos de 13.5 dm<sup>3</sup> por planta de banano, en evaluación a los 30, 60 y 90 días después de haber realizado el trinchado. El análisis de varianza no reporta diferencias estadísticas en ningún muestreo realizado, los promedios observados son de 59.16% a los 30 días después del trinchado, 70.64% a los 60 días, y 65.39% a los 90 días. En cuanto al coeficiente de variación fue de 14.89, 11.61, y 9.35 respectivamente para los periodos de evaluación después del trinchado.

A los 30 días después de realizado el trinchado se observó que el tratamiento donde mayor porcentaje de raíces sanas es el de dos trinchadas

frontal frente al hijo (67,03%), a los 60 días el promedios de trinchado (70,64%) fue superior al resto de muestreo, donde además se reporta que el Testigo (78,31%) presentó el mayor porcentaje de raíces sanas, y a los 90 días el tratamiento tres trinchadas frontal frente al hijo (70,47%) fue el que obtuvo el mejor porcentaje de raíces sanas.

Los promedios de los tratamientos indicaron que el mayor porcentaje de raíces sanas se obtuvo con dos trinchadas frontal frente al hijo (67,01%), mientras que el tratamiento con menor porcentaje (63,39%) fue el tres trinchadas lateral frente al hijo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de raíces sanas por planta de banano, obtenido a los 30, 60 y 90 días después del trinchado como consecuencia de las trinchadas de las raíces. UTB, FACIAG, 2019.

Tratamientos	Porcentaje de raíces sanas/planta			Promedios Tratamientos	
	Número de pases-posición	30 días	60 días		90 días
1. Dos Trinchadas frontal frente al hijo		67,03	72,69	61,32	67,01
2. Tres Trinchadas frontal frente al hijo		55,43	69,28	70,47	65,06
3. Dos Trinchadas lateral frente al hijo		61,28	72,89	60,20	64,79
4. Tres Trinchadas lateral frente al hijo		52,91	67,71	69,57	63,39
5. Testigo sin trinchar		56,86	78,31	63,63	66,26
Promedios trinchado		59,16	70,64	65,39	65,06
Promedios General		58,70	72,17	65,03	65,30
CV (%)		14,89	11,61	9,35	
Significancia estadística		ns	ns	ns	

Para el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$   
 ns= no significativo

### **4.3. Efecto del trinchado de raíces del banano sobre la densidad de población de nematodos fitoparásitos.**

#### **4.3.1 Densidad poblacional de *R. similis*/100 g raíces**

En este Cuadro 3, se muestran los valores de la población de *R. similis* obtenidas en 100 gramos de raíces totales (sanas + dañadas) a los 30, 60 y 90 días después de aplicación de los tratamientos en las plantas de banano. Según los análisis estadísticos no se encuentra significancia para ningunos de los tratamientos aplicados. El coeficiente de variación fue de 22.94, 15.67 y 12.93 respectivamente en los días de evaluación mencionado.

El muestreo realizado a los 30 días después de la trinchada indicó que el tratamiento dos trinchadas frontal frente al hijo presentó el valor más bajo de densidad poblacional (12320 *R. similis*/100 g de raíces) y el tratamiento que presentó mayor densidad del nematodo fue el de tres trinchadas lateral frente al hijo (26800). A los 60 días se presentó la menor densidad de *R. similis* en promedios de trinchado (12710/100 g raíces), además se observa que el testigo presento el valor más bajo (4680), mientras que el tratamiento de dos trinchadas lateral frente al hijo presenta el valor más alto (15360) en comparación con los demás tratamientos. A los 90 días después de realizar el trinchado el valor más bajo se lo encontró en el tratamiento dos trinchadas frontal frente al hijo (7880), mientras que el valor más alto (28880) lo obtuvo el tratamiento tres trinchadas frontal.

En promedios de las tres evaluaciones, se encuentra que el testigo presenta la densidad más baja (10640) de *R. similis* y la labor tres trinchadas frontal frente al hijo (21346) es la mayor cantidad de nematodos se presentó.

Cuadro 3. Densidad de población de *Radopholus similis* obtenidos a los 30, 60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019.

Tratamientos	<i>Radopholus similis</i> /100 g raíces totales			Promedios Tratamientos	
	Número de pases-posición	30 días	60 días		90 días
1. Dos Trinchadas frontal frente al hijo		12320	13960	7880	11386
2. Tres Trinchadas frontal frente al hijo		24480	10680	28880	21346
3. Dos Trinchadas lateral frente al hijo		13600	15360	17400	15453
4. Tres Trinchadas lateral frente al hijo		26800	10840	11720	16453
5. Testigo sin trinchar		12520	4680	14720	10640
Promedios trinchado		19300	12710	20150	17386
Promedios General		17940	11104	16120	15054
CV (%)		22,94	15,67	12,93	
Significancia estadística		ns	ns	ns	

Para el análisis estadístico los datos originales se transformaron a Log x

ns = no significativo

Raíces totales = sanas + dañadas

#### 4.3.2 Densidad de población de *H. multicinctus*.

En el Cuadro 4 se registran los valores de la densidad poblacional de *H. multicinctus*, donde los análisis estadístico muestran diferencia significativa para los muestreos realizados a los 60 y 90 días después del trinchado. El coeficiente de variación fue de 8.69, 11.43 y 10.69 respectivamente para los periodos de evaluación.

A los 30 días después de aplicados los tratamientos se observó que el testigo es el que menor cantidad poblacional de nematodos presenta (22640 *H. multicinctus*/100 g raíces), mientras que el tratamiento con mayor densidad fue el de tres trinchadas frontal frente al hijo (39280).

A los 60 días después de aplicación, se determinó diferencia estadística significativa, según el análisis de varianza se encontró que los tratamientos tres trinchadas frontal frente al hijo, tres trinchadas lateral frente al hijo y el testigo son estadísticamente iguales, el tratamiento que presento menor número de nematodos fue el dos trinchadas lateral frente al hijo (5120).

A los 90 días se observó diferencia estadística significativa donde los tratamientos tres trinchadas frontal frente al hijo, tres trinchadas lateral frente al hijo y el testigo son iguales estadísticamente, la menor cantidad poblacional de nematodos se lo encontró en el tratamiento dos trinchadas lateral frente al hijo (3640). En este muestreo se obtiene el promedio de trinchado (7440) más bajo con respecto a los demás muestras.

Cuadro 4. Densidad de población de *Helicotylenchus multicinctus* obtenidos a los 30, 60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019.

Tratamientos	<i>H. multicinctus</i> / 100g de raíces totales			Promedios Tratamientos	
	Número de pases-posición	30 días	60 días		90 días
1. Dos Trinchadas frontal frente al hijo		28800	23440 a	16360 a	22866
2. Tres Trinchadas frontal frente al hijo		39280	12480 ab	3680 ab	18480
3. Dos Trinchadas lateral frente al hijo		35040	5120 b	3640 b	14600
4. Tres Trinchadas lateral frente al hijo		28600	20320 ab	6080 ab	18333
5. Testigo sin trinchar		22640	22960 ab	5440 ab	17013
Promedios trinchado		32950	15340	7440	18576
Promedios General		30872	16864	7040	18258
CV (%)		8,69	11,43	10,69	
Significancia estadística		ns	*	*	

Para el análisis estadístico los datos originales se transformaron a Log x.

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan a 5% de significancia.

ns= no significativo

\* = significativo

#### **4.3.3. Densidad de población de *Meloidogyne* spp.**

En los valores numéricos obtenidos por densidad poblacional de *Meloidogyne*, el análisis estadístico reportó diferencia significativa a los 30 días después de haber realizado el trinchado, mientras que a los 60 y 90 días no hubo significancia. El coeficiente de variación fue de 6.47, 7.78 y 17.0 respectivamente (Cuadro 5).

Se encontró diferencia estadística significativa a los 30 días después del trinchado donde el tratamiento de dos trinchadas lateral frente al hijo es el que presenta la menor densidad de nematodos (680 *Meloidogyne* sp/100 g raíces) y el testigo tiene la mayor población (1840), los tratamientos dos trinchadas frontal frente al hijo (1120), tres trinchadas frontal frente al hijo (840) y tres trinchadas lateral frente al hijo (1040) estadísticamente son iguales.

El muestreo realizado a los 60 días mostró que el tratamiento tres trinchadas lateral frente al hijo fue el que presento menor población de nematodos (280), mientras que el testigo y tres trinchadas frontal frente al hijo fueron los que presentaron la mayor densidad poblacional (440). A los 90 días la menor densidad poblacional se reportó en el tratamiento tres trinchadas frontal frente al hijo (600) y la mayor densidad poblacional la obtuvo el testigo sin trinchar (6320).

La menor cantidad de nematodos con respecto al promedios de trinchado se observó en el muestreo de 60 días, la más alta cantidad poblacional en el análisis de los 90 días después del trinchado, en los promedios de tratamientos la menor población se muestra en tres trinchadas frontal frente al hijo (626) y la mayor la obtiene el testigo sin trinchar (2866).

Cuadro 5. Densidad de población de *Meloidogyne* spp obtenidos a los 30,60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019.

Tratamientos	<i>Meloidogyne</i> spp./ 100g de raíces totales			Promedios Tratamientos	
	Número de pases-posición	30 días	60 días		90 días
1. Dos Trinchadas frontal frente al hijo		1120 ab	320	1680	1040
2. Tres Trinchadas frontal frente al hijo		840 ab	440	600	626
3. Dos Trinchadas lateral frente al hijo		680 b	400	3000	1360
4. Tres Trinchadas lateral frente al hijo		1040 ab	280	1240	853
5. Testigo sin trincar		1840 a	440	6320	2866
Promedios trinchado		920	470	1630	1006
Promedios General		1104	376	2568	1349
CV (%)		6,47	7,78	17,0	
Significancia estadística		*	ns	ns	

Para el análisis estadístico los datos originales se transformaron a Log x.

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan a 5% de significancia.

ns= no significativo

\* = significativo

#### 4.3.4 Densidad poblacional total de nematodos en 100 g de raíces

En este Cuadro 6 se muestran los promedios sumados de las especies estudiadas en cuestión, no se observó ninguna diferencia estadística en ninguno de los tratamientos aplicados, con respecto a los promedios generales se observó que a los 90 días después del trinchado la densidad poblacional bajo considerablemente con relación a los 30 días.

El testigo (37080), los tratamientos dos trinchadas lateral frente al hijo (21400) y tres trinchadas lateral frente al hijo (19040) fueron los que presentaron menor densidad poblacional total de nematodos en 100 g de raíces, en 30, 60 y 90 días respectivamente.

El tratamiento tres trinchadas frontal frente al hijo (40840) es el que muestra la mayor cantidad total de nematodos en los promedios de tratamientos, mientras que el testigo sin trincar (30693) es el que reporta la menor densidad poblacional de nematodos.

Cuadro 6. Densidad población total de nematodos obtenida a los 30,60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019.

Tratamientos	Total de nemátodos/100g de raíces totales			Promedios Tratamientos	
	Número de pases-posición	30 días	60 días		90 días
1. Dos Trinchadas frontal frente al hijo		42560	38240	25920	35573
2. Tres Trinchadas frontal frente al hijo		64920	24360	33240	40840
3. Dos Trinchadas lateral frente al hijo		49400	21400	24240	31680
4. Tres Trinchadas lateral frente al hijo		56920	32280	19040	36080
5. Testigo sin trincar		37080	28520	26480	30693
Promedios trinchado		53450	29070	25610	36043
Promedios General		50176	28960	25784	34973
CV (%)		6,68	8,27	8,38	
Significancia estadística		ns	ns	ns	

Para el análisis estadístico los datos originales se transformaron a Log x.  
ns= no significativo

#### 4.3.5 Densidad población total de nematodos/100cm<sup>3</sup> de suelo

En el Cuadro 7 registran resultados de la sumatoria de todas las especies en estudio en el cual se registran los valores promedio de la densidad poblacional de nematodos en el suelo, el análisis estadístico mostró diferencia estadísticas a los 30 días, mientras que a los 60 y 90 días no se reportó diferencias, el coeficiente de variación fue de 8.91, 9.40, y 16.02 respectivamente con relación a los días del muestreo.

Se presenta diferencia significativa entre los tratamientos a los 30 días después del trinchado, donde el tratamiento tres trinchadas lateral frente al hijo y el testigo son estadísticamente iguales con respecto a densidad poblacional alta y el tratamiento dos trinchadas lateral frente al hijo es estadísticamente el más bajo.

A los 60 días no se observó diferencia significativa, el tratamiento con menor número de nematodos fue el de tres trinchadas frontal frente al hijo, a los 90 días el testigo fue el que registro el menor valor en cuanto a densidad poblacional en el suelo.

Cuadro 7. Densidad población total de nematodos obtenida en el análisis de suelo a los 30, 60 y 90 días después del trinchado de raíces de banano. UTB, FACIAG, 2019.

Tratamientos	Total de nemátodos en 100 cm <sup>3</sup> suelo			Promedios Tratamientos	
	Número de pases-posición	30 días	60 días		90 días
1. Dos Trinchadas frontal frente al hijo		430 ab	340	250	340
2. Tres Trinchadas frontal frente al hijo		360 ab	180	720	420
3. Dos Trinchadas lateral frente al hijo		290 b	320	340	316
4. Tres Trinchadas lateral frente al hijo		480 a	280	470	410
5. Testigo sin trinchar		870 a	220	310	466
Promedios trinchado		390	280	445	371
Promedios General		2430	268	418	1038
CV (%)		8,91	9,40	16,02	
Significancia estadística		*	ns	ns	

Para el análisis estadístico los datos originales se transformaron a Log x.

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan a 5% de significancia.

ns= no significativo

\* = significativo

## V. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación muestran que el trinchado de raíces de banano con la herramienta del trinche no tienen efectos significantes en el incremento de la masa radical de las raíces de banano y porcentaje de raíces sanas, lo cual difiere con los resultados obtenidos por Gia, 2014 quien menciona que la práctica cultural de remover el suelo mediante la herramienta “hércules” o trinche, contribuyó a cambios en porosidad, e incremento de la masa radical de las plantas.

A los 60 y 90 días después de trinchar se estableció que el tratamiento de dos trinchadas laterales frente al hijo redujo considerablemente la densidad poblacional del nematodo *Helicotylenchus multincinctus*, donde el análisis estadístico reveló una diferencia estadística significativo, no existe un ensayo previo que corrobore o difiera en este resultado.

En cuanto a los resultados obtenidos en las variables de densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. el tratamiento de dos trinchadas laterales frente al hijo redujo la población de nematodos en el primer muestreo, a los 60 días se encontraron resultados considerables para *Radopholus similis*, no existen ensayos preliminares con respecto al estudio de estas variables por esa razón no se puede poner en discusión con otros resultados.

El tratamiento dos trinchadas lateral frente al hijo obtuvo efecto estadístico significativo a los 30 días después del trinchado en cuanto a la variable de densidad total de nematodos en el suelo donde la cantidad de nemátodos se redujo alrededor del 50%. El efecto del trinchado tiene consideraciones numéricas a los 60 días después de hacerlo en la variable de densidad poblacional total de nematodos la cual se redujo hasta la mitad en comparación con el primer muestro de los 30 días.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo experimental se concluye lo siguiente:

- El tratamiento dos trinchadas lateral frente al hijo de banano presentó menor densidad poblacional de *Helicotylenchus multincinctus* y *Meloidogyne* spp.
- Numéricamente, con dos trinchado frontal de raíces se obtuvo un poco más masa radical y porcentaje de raíces sanas que con las otras tres formas de trinchado.
- El tratamiento que más influyó numéricamente en el incremento de la densidad poblacional de *Radopholus similis* fue el de tres trinchadas frontal frente al hijo.

### Recomendaciones

- Para reducir las poblaciones de *Helicotylenchus* y *Meloidogyne* en plantación de banano, se recomienda realizar dos trinchadas lateral frente al hijo
- Realizar este trabajo en condiciones climáticas más estables como lo es en época seca.

## VII. RESUMEN

El banano en el Ecuador es uno de los cultivos de mayor importancia en cuanto a la generación de divisas y empleos, las plagas y enfermedades consisten unos de los principales problemas en la productividad, entre esas plagas los nematodos fitoparásitos son los más importantes después de la Sigatoka negra.

La presente investigación fue desarrollada en la Hcda Alejandra ubicada en el km 22 de la vía San Juan- Babahoyo, los objetivos de esta investigación fueron determinar el efecto del trinchado de raíces de banano sobre la masa radical y la densidad poblacional de nematodos.

El trabajo se lo diseñó con cinco tratamientos y cinco repeticiones de trincharlas. Los tratamientos estaban compuestos por números de trinchadas y por disposición con respecto a la planta hija (1.50-2.0 m de altura), siendo estos: 1) dos trinchadas frontal, 2) tres trinchadas frontal, 3) dos trinchadas lateral, 4) tres trinchadas lateral, 5) testigo sin trinchar.

La evaluación de los tratamientos se realizó a los 30, 60 y 90 días después del trinchado. Se evaluó el peso total de raíces por planta hija, porcentaje de raíces sanas, y densidad poblacional de nematodos en raíces y suelo.

El trinchado de raíces de banano no presenta efectos significativos en el incremento de la masa radical de las raíces de banano (peso total de raíces), porcentaje de raíces sanas, y reducción de la densidad poblacional de nematodos. Numéricamente, con dos trinchado frontal de raíces se obtuvo un poco más masa radical y porcentaje de raíces sanas que con las otras tres formas de trinchado. El tratamiento dos trinchadas lateral frente al hijo de banano presentó menor población de *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus multicinctus*.

**Palabras claves:** Trinchado, masa radical, densidad poblacional de nematodos, lesionadores de raíces, agallador de raíces.

## VIII. SUMMARY

The banana in Ecuador is one of the most important crops in terms of generating foreign exchange and jobs, pests and diseases are one of the main problems in productivity, among these pests the phytoparasitic nematodes are the most important after the Black sigatoka.

The present investigation was developed in the Hcda Alejandra located at km 22.5 of the San Juan-Babahoyo road, the objectives of this research were to determine the effect of the carving of banana roots on the radical mass and population density of nematodes.

The work was designed with five treatments and five repetitions of carving. The treatments were composed of carving numbers and by arrangement with respect to the daughter plant (1.50-2.0 m height), these being: 1) two frontal carving, 2) three frontal carving, 3) two lateral carving, 4) three lateral carving, 5) control without carving.

The evaluation of the treatments was carried out at 30, 60 and 90 days after carving. The total weight of roots was evaluated by daughter plant, percentage of healthy roots, and population density of nematodes in roots and soil.

The carving of banana roots does not present significant effects in the increase of the radical mass of banana roots (total weight of roots), percentage of healthy roots, and reduction of the population density of nematodes. Numerically, with two frontal carving of roots, a little more root mass and percentage of healthy roots were obtained than with the other three forms of carving. The treatment of two lateral carcasses against the banana child had a lower population of *Meloidogyne* spp. and *Helicotylenchus multicinctus*.

**Keywords:** carving, root mass, nematodes population densities, roots lesion nematodes, root-knot nematodes.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Bustamante, M. 2016. Efecto de mejoradores físico y químico de la compactación en suelos bananeros, bajo sistema de riegos presurizados (en línea). s.l., Tesis Ing. Agr. Machala, Ecuador, Universidad Técnica de Machala. 23-24 p. Consultado 20 abr. 2019. Disponible en [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7647/1/de00038\\_trabajodetitulacion.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7647/1/de00038_trabajodetitulacion.pdf).
- CABI (Centre for Agricultural Bioscience International). 2016. *Helycotylenchus* (Onion) (en línea, sitio web). Consultado 22 abr. 2019. Disponible en <https://www.cabi.org/cpc/restricted/?target=%2Fcpc%2Fdatasheet%2F16034>.
- Chavez, C; Araya, M. 2009. Correlación entre las características del suelo y los nematodos de las raíces del banano (*Musa AAA*) en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana* 20(2):361-369.
- Diaz, F; Rivera, J; Duran, L. 2007. Como proteger de las plagas del suelo los cormos-semilla de plátano y banano (en línea). Lima, Cortes, s.e. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en [www.fhia.org.hn](http://www.fhia.org.hn).
- Escudero, N. 2015. Rhizomodulation for tomato growth promotion and management of root-knot nematodes using *Pochonia chlamydosporia* and *chitosan* (en línea). s.l., Tesis PhD. Alicante, España, Universidad de Alicante. 17-19 p. Consultado 21 abr. 2019. Disponible en [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/63467/1/thesis\\_escudero\\_benito.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/63467/1/thesis_escudero_benito.pdf).
- Espinosa, M; Fuentes, K; Jaraba, JDD; Lozano, Z. 2018. Nematodos fitoparasitos asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Córdoba. *Revista de Temas Agrarios* 9(1):13. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v9i1.619>.
- Fagiani, M; Tapia, A. 2007. Ficha del cultivo del Banano (en línea). Jujuy,

Argentina, s.e. Consultado 20 abr. 2019. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo\\_del\\_banano.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo_del_banano.pdf).

Galicia, R. 2016. Evaluación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de pepino *Cucumis sativus* L., para el control del nematodo de los nodulos radiculares *Meloidogyne incognita*. s.l., Tesis Ing. Agr. Toluca, Mexico, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. 2-71 p.

Gia, E. 2014. Fomas de Herculizado (en línea). s.l., Universidad Técnica de Machala. 17 p. Consultado 20 abr. 2019. Disponible en [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1068/7/CD320\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1068/7/CD320_TESIS.pdf).

Gómez, M. 2017. Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (*Musa acuminata* AAA) en dos zonas productoras distintas (en línea). s.l., Tesis Ing. Agop. Guayaquil, Ecuador, UCSG. 78 p. Consultado 20 abr. 2019. Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7714/1/t-ucsg-pre-tec-agro-119.pdf>.

Gómez, MJ; Rojas, T. 2008. Efecto de dos especies de hongos simbiotes en el crecimiento de plátano (*Musa* AAB) cv “Curraré” y el control del nemátodo barrenador *Radopholus similis* COBB. Revista Tumbaga 3(2008):30-42.

Guzmán, OA. 2011. El nematodo barrenador (*Radopholus similis* [COBB] THORNE) del banano y plátano (en línea). Revista Scielo (33):1-17. Consultado 21 abr. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n33/n33a12.pdf>.

Guzmán, OA. 2011. Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multicinctus* (COBB) golden Y *H. dihystra* (COBB) sher, en banano y plátano (en línea). 19. Caldas, Colombia, Universidad de Caldas s.e. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia19\(2\)\\_3.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia19(2)_3.pdf).

- Hernández-Ochandía, D; Rodríguez Hernández, MG; Holgado, R. 2018. Nematodos parásitos que afectan *Phaseolus vulgaris* L.- en Latinoamérica y Cuba: especies, daños y tácticas evaluadas para su manejo (en línea). Revista de Protección Vegetal 33(3):1-17. Consultado 25 abr. 2019. Disponible en [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- Hidalgo, D. 2008. Actividad nematicida sobre *Meloidogyne hapla* de extractos acuosos de especies arbóreas y arbustivas de la zona sur de Chile (en línea). s.l., Tesis Lic. Agr. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 7-8 p. Consultado 24 abr. 2019. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fah632a/doc/fah632a.pdf>.
- Holguin, A. 2018. Nematodos parásitos asociados al cultivo de banano (*Musa* spp.) en el distrito de La Matanza, Valle Del Alto Piura (en línea). s.l., Tesis Ing. Agr. Piura, Peru, Universidad Nacional De Piura. 2-56 p. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1287/AGR-HOL-QUI-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Lara-Posadas, SV; Núñez-Sánchez, ÁE; López-Lima, D; Carrión, G. 2015. Nematodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (*Musa acuminata* AA) en el centro de Veracruz, México (en línea). Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology 34(1):116-130. DOI: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1507-7>.
- MAG (Ministerio de Agricultura, Ecuador). 2016. Boletín Situacional del Banano (en línea). Quito, Ecuador, s.e. Consultado 16 feb. 2019. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec>.
- Marín, DH; Romero, RA; Guzmán, M; Sutton, TB. 2003. Black Sigatoka: An increasing threat to banana cultivation (en línea). s.l., The American Phytopathological Society, vol.87. p. 208-222 DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.3.208>.

- INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile). 2017. Nemátodo agallador (en línea). La Platina, Chile. Consultado 24 abr. 2019. Disponible en [www.sag.gob.cl](http://www.sag.gob.cl).
- Mon, R. 2007. Ampliación del perfil de suelos erosionados y compactados mediante subsolado con enmienda cálcica profunda (en línea). s.l., Tesis PhD. La Coruña, España, Universidade da Coruña. Instituto Universitario de Xeoloxía. Consultado 20 abr. 2019. Disponible en <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/1175>.
- Morales, A. 2017. Prospección de nemátodos fitoparásitos de cebolla y su relación con *Fusarium oxysporum* f. sp. cepae en el Valle De Asunción Mita, Jutiapa (en línea). s.l., Tesis Lic. Agri. Jutiapa, Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 3-30 p. Consultado 25 abr. 2019. Disponible en <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/06/03/Morales-Adilio.pdf>.
- Parra, OJ; Cayon, D; Polania, J. 2009. Descripción morfoagronómica de materiales de plátano (*Musa* AAB, ABB) y banano (*Musa* AAA) cultivados en San Andrés Isla (en línea). Medellín, Colombia, s.e. Consultado 20 abr. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v58n4/v58n4a09.pdf>.
- Perry, RN; Moens, M; Starr, JL. 2009. *meloidogyne* species- a diverse group of novel and important plant parasites. Cambridge, USA, CABI. p. 488.
- Santos, J; Texeira, M; Costa, D; Silva, S; Faleiro, F; Cares, J. 2013. Selection of *Musa* genotypes for resistance to *Radopholus Similis* Cobb (en línea). Revista Nematropica 43(1):1-8. Consultado 21 abr. 2019. Disponible en <http://journals.fcla.edu/nematropica/article/view/82424/79458>.
- Sikora, RA; Coyne, D; Hallman, J; Timper, P. 2018. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. 3 ed. Sikora, R (ed.). Boston, USA, CABI. 876 p.

- Soto, M. 2011. Situación y avances tecnológicos en la producción bananera mundial (en línea). Revista Bras. Frutic., Jaboticabal-SP :13-028. Consultado 19 abr. 2019. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a04v33nspe1.pdf>.
- Souza, RM; Bressan-Smith, R. 2008. Coffee-Associated *Meloidogyne* spp. – Ecology and Interaction with Plants (en línea). Dordrecht, Springer Netherlands. p. 123-147 DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8720-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8720-2_7).
- Suarez, L. 2012. Efecto de la herculización frente a los aireadores en banano. (en línea). s.l., Tesis Ing. Agr. Machala, Ecuador, Universidad Técnica de Machala. 34 p. Consultado 20 abr. 2019. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/608/1/CD245>
- Talavera, M. 2003. Manual de nematología agrícola (en línea). Baleares, s.e. Consultado 25 abr. 2019. Disponible en <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=CNTSP722ZI4569&id=4569>.
- Torrado-Jaime, M; Castaño-Zapata, J. 2009. Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos (en línea). Revista Agronomía Colombiana 27(2):237-244. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/html/1803/180316234012/>.
- Triviño, C; Farias, E. 2003. Antagonistas Nativos Para Manejo De *Radopholus Similis* En Banano (en línea). Guayaquil, Estación Experimental Litoral Sur «Dr. Enrique Ampuero Pareja». Boletín técnico 111. 36 p. Consultado 21 abr. 2019. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books>
- 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. Yaguachi, Estación Experimental Litoral Sur «Dr. Enrique Ampuero Pareja». Boletín divulgativo 433. 17 p.

Volcy, C. 2011. Past and present of the nematode *Radopholus similis* (Cobb) Thorne with emphasis on Musa: a review (en línea). 29. Medellín, Colombia, s.e. Consultado 21 abr. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v29n3/v29n3a12.pdf>.

# ANEXOS

Cuadro. 1A. Análisis de varianza del peso total de raíces de banano, obtenido a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	3,00	4	0,75	0,61	3,00	4,77
Bloque	5,58	4	1,40	1,13		
Error	19,78	16	1,24			
Total	28,36	24				
CV (%):	16,00					
Media:	6,94					

Ns, no significativo.

Cuadro. 2A. Análisis de varianza del porcentaje de raíces sanas, obtenido a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	2,80	4	0,70	0,55	3,00	4,77
Bloque	3,79	4	0,95	0,74		
Error	20,44	16	1,28			
Total	27,04	24				
CV (%):	14,89					
Media:	7,59					

Ns, no significativo.

Cuadro. 3A. Análisis de varianza de la población de *Radopholus similis* en 100 g de raíces, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	1,29	4	0,32	0,44	3,00	4,77
Bloque	1,86	4	0,47	0,64		
Error	11,66	16	0,73			
Total	14,81	24				
CV (%):	22,94					
Media:	3,72					

Ns, no significativo.

Cuadro. 4A. Análisis de varianza de la población de *Helicotylenchus multicinctus* en 100 g de raíces, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,67	4	0,17	1,18	3,00	4,77
Bloque	1,15	4	0,29	2,04		
Error	2,27	16	0,14			
Total	4,09	24				
CV (%):	8,69					
Media:	4.33					

Ns, no significativa.

Cuadro. 5A. Análisis de varianza de la población de *Meloidogyne* en 100 g de raíces, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,31	4	0,08	3,32	3,00	4,77
Bloque	0,49	4	0,12	2,09		
Error	0,59	16	0,04			
Total	1,39	24				
CV (%):	6,47					
Media:	2.97					

\*Significativo

Cuadro. 6A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 g de raíces, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,32	4	0,08	0,84	3,00	4,77
Bloque	0,37	4	0,09	0,97		
Error	1,52	16	0,09			
Total	2,20	24				
CV (%):	6,68					
Media:	4.61					

Ns, no significativa.

Cuadro. 7A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, obtenida a los 30 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,79	4	0,20	3,74	3,00	4,77
Bloque	0,94	4	0,23	4,46		
Error	0,84	16	0,05			
Total	2,57	24				
CV (%):	8,91					
Media:	2.57					

\*Significativo

Cuadro. 8A. Análisis de varianza del peso total de raíces de banano, obtenido a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,71	4	0,18	0,12	3,00	4,77
Bloque	5,71	4	1,43	1,00		
Error	22,90	16	1,43			
Total	29,32	24				
CV (%):	17,64					
Media:	6.78					

Ns, no significativo.

Cuadro. 9A. Análisis de varianza del porcentaje de raíces sanas, obtenido a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	1,26	4	0,31	0,33	3,00	4,77
Bloque	5,63	4	1,41	1,47		
Error	15,36	16	0,96			
Total	22,26	24				
CV (%):	11,61					
Media:	8.44					

Ns, no significativo.

Cuadro. 10A. Análisis de varianza de la población de *Radopholus similis* en 100 g de raíces, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,64	4	0,16	0,46	3,00	4,77
Bloque	1,44	4	0,36	1,04		
Error	5,56	16	0,35			
Total	7.64	4				
CV (%):	15,67					
Media:	3.76					

Ns, no significativo.

Cuadro. 11A. Análisis de varianza de la población de *Helicotylenchus multincinctus* en 100 g de raíces, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	2,07	4	0,52	3,19	3,00	4,77
Bloque	0,61	4	0,15	0,73		
Error	3,36	16	0,21			
Total	6,05	24				
CV (%):	11,43					
Media:	4.02					

\*Significativo

Cuadro. 12A. Análisis de varianza de la población de *Meloidogyne* en 100 g de raíces, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,16	4	0,04	1,05	3,00	4,77
Bloque	0,11	4	0,03	0,68		
Error	0,62	16	0,04			
Total	0,89	24				
CV (%):	7,78					
Media:	2.53					

Ns ,no significativo.

Cuadro. 13A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 g de raíces, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,60	4	0,15	1,15	3,00	4,77
Bloque	0,64	4	0,16	1,24		
Error	2,07	16	0,13			
Total	3,30	24				
CV (%):	8,27					
Media:	4,34					

Ns, no significativo.

Cuadro. 14A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, obtenida a los 60 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,22	4	0,05	1,09	3,00	4,77
Bloque	0,23	4	0,06	1,17		
Error	0,79	16	0,05			
Total	1,24	24				
CV (%):	9,40					
Media:	2,37					

Ns, no significativo.

Cuadro. 15A. Análisis de varianza del peso total de raíces de banano, obtenido a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	6,05	4	1,51	0,55	3,00	4,77
Bloque	7,07	4	1,77	0,65		
Error	43,72	16	2,73			
Total	56,84	24				
CV (%):	26,41					
Media:	6,25					

Ns, no significativo.

Cuadro. 16A. Análisis de varianza del porcentaje de raíces sanas, obtenido a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	1,89	4	0,47	0,84	3,00	4,77
Bloque	2,52	4	0,84	1,12		
Error	9,03	16	1,12			
Total	13,44	24				
CV (%):	9,35					
Media:	8.03					

Ns, no significativa.

Cuadro. 17A. Análisis de varianza de la población de *Radopholus similis* en 100 g de raíces, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	1,05	4	0,26	0,99	3,00	4,77
Bloque	0,31	4	0,08	0,29		
Error	4,24	16	0,27			
Total	5,60	24				
CV (%):	12,93					
Media:	3.98					

Ns, no significativa.

Cuadro. 18A. Análisis de varianza de la población de *Helicotylenchus multicinctus* en 100 g de raíces, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	1,27	4	0,32	3,44	3,00	4,77
Bloque	0,41	4	0,10	0,67		
Error	2,44	16	0,15			
Total	4,11	24				
CV (%):	10,69					
Media:	3.65					

\*Significativo

Cuadro. 19A. Análisis de varianza de la población de *Meloidogyne* en 100 g de raíces, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	1,07	4	0,27	1,04	3,00	4,77
Bloque	1,90	4	0,48	1,84		
Error	4,13	16	0,26			
Total	7,10	24				
CV (%):	17,00					
Media:	2.99					

Ns, no significativa.

Cuadro. 20A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 g de raíces, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,33	4	0,08	0,63	3,00	4,77
Bloque	0,29	4	0,07	0,55		
Error	2,08	16	0,13			
Total	2,69	24				
CV (%):	8.38					
Media:	4.30					

Ns, no significativa.

Cuadro. 21A. Análisis de varianza de la población total de nematodos en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, obtenida a los 90 días después del trinchado. FACIAG, UTB. 2019

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab	
					5 %	1 %
Tratamientos	0,57	4	0,14	0,91	3,00	4,77
Bloque	0,63	4	0,16	0,99		
Error	2,53	16	0,16			
Total	3,73	24				
CV (%):	16,03					
Media:	2,48					

Ns, no significativa.

## Anexo 2. Figuras de la ejecución del trabajo experimental



Figura 1A. Herramienta utilizada para aplicar los tratamientos



Figura 2A. Desarrollo del trabajo en el campo



Figura 3A. Trinchado de raíces de banano de forma lateral frente al hijo



Figura 4A. Muestreo de suelo y raíces de banano



Figura 5A. Lavado de raíces de banano



Figura 6A. Corte de raíces de banano



Figura 7A. Licuado de las raíces



Figura 8A. Extracción de nematodos mediante el método licuado- tamizado



Figura 9A. Raíces lavadas para la extracción de nematodos



Figura 10A. Peso de las raíces



Figura 11A. Recolección de 100 cm<sup>3</sup> de suelo



Figura 12A. Extracción de nematodos a través del método de incubación



Figura 13A. Extracción de la alícuota de 2 ml



Figura 14A. Evaluación de poblaciones de nematodos



Figura 15A. Revisión del trabajo experimental.