



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**Sede Santo Domingo**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA Y GESTIÓN DE  
PROYECTOS**

Informe del trabajo experimental para la obtención del título de:  
**INGENIERO AGROPECUARIO, MENCIÓN EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS BIOLÓGICOS APLICADOS EN DOS  
DOSIS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE  
MAQUEÑO (*Musa balbisiana*) EN LA PARROQUÍA JULIO MORENO  
ESPINOZA CANTÓN SANTO DOMINGO 2015**

**Autor**

**PAÚL ORLANDO ESTRELLA JIMÉNEZ**

**Director**

**ING. LUIS WILFRIDO GUSQUI VILEMA, MsC.**

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

FEBRERO– 2017

**EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS BIOLÓGICOS APLICADOS EN DOS  
DOSIS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE  
MAQUEÑO (*Musa balbisiana*) EN LA PARROQUÍA JULIO MORENO  
ESPINOZA CANTÓN SANTO DOMINGO 2015**

Ing. Luis Gusqui Vilema, *MsC.*

**DIRECTOR**

---

**APROBADO**

Dr. Marco Acosta Jácome, *MsC.*

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Enrry Jaramillo Arciniergas, *MsC.*

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Miriam Recalde Quiroz, *MsC.*

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Santo Domingo, ..... de ..... del 2017

**Autor: PAÚL ORLANDO ESTRELLA JIMÉNEZ**

**Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**Título: EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS BIOLÓGICOS  
APLICADOS EN DOS DOSIS PARA EL CONTROL DE  
NEMATODOS EN EL CULTIVO DE MAQUEÑO (*Mu-  
sa balbisiana*) EN LA PARROQUÍA JULIO MORENO  
ESPINOZA CANTÓN SANTO DOMINGO 2015**

**Fecha: FEBRERO, 2017**

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor y no ha sido plagiado.



---

**PAÚL ORLANDO ESTRELLA JIMÉNEZ**  
**C.C. 171876181-8**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Sede Santo Domingo**

Santo Domingo, 01 de febrero de 2017

Dr. Marco Acosta, *MSc.*

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Presente.

De mis consideraciones.-

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el estudiante **PAÚL ORLANDO ESTRELLA JIMÉNEZ**, cuyo título es **EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS BIOLÓGICOS APLICADOS EN DOS DOSIS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE MAQUEÑO (*Musa balbisiana*) EN LA PARROQUÍA JULIO MORENO ESPINOZA CANTÓN SANTO DOMINGO 2015**; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, el mismo que no ha sido plagiado, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente,



---

Ing. Luis Wilfrido Gusqui Vilema, *MSc.*  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

# *Dedicatoria*

*¡Mil Gracias!, primero a Dios por ser mi guía y brindarme sabiduría y salud para llegar a culminar mi objetivo primordial que es el de graduarme.*

*A mis queridos padres, Fabián Chiriboga Díaz y Martha Zambrano Montesdeoca, quienes, con empeño y mucho esfuerzo me brindaron su apoyo en todo momento; les agradezco infinitamente por la confianza que depositaron en mí, por inculcarme sus sabios consejos, por la formación humana y educación que me brindaron; finalmente, por su gran amor y comprensión, lo cual me ha permitido ser persona útil en la sociedad.*

*Gracias a todas las personas con las que he tenido el privilegio de encontrarme a lo largo de mi carrera universitaria y de quienes, de una u otra manera, he recibido su apoyo. A todos ellos va mi gratitud.*

*Expreso mi congratulación a la UTE mi querida Universidad, y especialmente a la facultad de Ciencias Agropecuarias, a su Coordinador, Dr. Vet. Marco Acosta, por su buena disposición y a su cuerpo docente, quienes al transmitirme sus conocimientos fueron gestores de mi formación académica.*

*Agradezco también a los señores Ingenieros miembros del Tribunal de Tesis en Ingeniería Agropecuaria, por su colaboración en este trabajo.*

*Va un efusivo reconocimiento al Ing. Agr. Luis Gusqui, Director de mi tesis, por todas las ideas brindadas en el proceso y realización de esta tesis, por haber asumido la responsabilidad de guiarme en este paso trascendental y de gran importancia en mi vida académica, no solo como tutor si no como un amigo que siempre me colaboró en las buenas y las malas.*

*Paúl Orlando Estrella Jiménez.*

# *Agradecimiento*

*A Dios, por haberme otorgado fuerzas, sabiduría por darme la vida, buena salud, por acompañarme siempre y por darme las fuerzas necesarias para lograr mis más anhelados sueños y así poder culminar mi carrera universitaria y desarrollarme profesionalmente.*

*Con mucho cariño y amor a mis padres; Fabián Chiriboga Díaz y Martha Zambrano Montesdeoca dos seres maravillosos y extraordinarios por apoyarme en el transcurso de mi vida e impulsarme a conseguir logros importantes en mi vida.*

*A mis hermanos Jessenia, Fabián y Stephany, con quienes hemos compartido buenos y malos momentos, para que no desmayen en alcanzar sus metas que con predisposición y esfuerzo todo se logra.*

*Con cariño a mi novia Cindy Ortega, por contribuir con empeño y comprensión, con amor, con cariño y sobre todo haber sido un gran apoyo en esta fase de mi vida.*

*A mis familiares y amistades por brindarme su apoyo y confianza para lograr este objetivo.*

**FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	171876181-8
APELLIDO Y NOMBRES:	Paúl Orlando Estrella Jiménez
DIRECCIÓN:	By pass Quevedo-Quito, Barrio Corazón de Jesús
EMAIL:	Paulcr7orlando@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	023741117
TELÉFONO MOVIL:	0981972885

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Evaluación de dos productos biológicos aplicados en dos dosis para el control de nematodos en el cultivo de maqueño ( <i>Musa balbisiana</i> ) en la Parroquia Julio Moreno Espinoza Cantón Santo Domingo 2015”
AUTOR O AUTORES:	Paúl Orlando Estrella Jiménez
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	13 de febrero del 2017
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Luis Gusqui Vilema, MsC.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	

**RESUMEN: Máximo 250 palabras**

La presente investigación se realizó, en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, en la hacienda de propiedad de la Sra. Rosa Elena Alemán, ubicada en el Recinto Julio Moreno, localizado geográficamente entre las coordenadas latitud  $00^{\circ} 16' 32''$  Sur y Longitud:  $79^{\circ} 11' 55''$  Oeste y con una altitud de 510 msnm. Cuyo objetivo fue evaluar el uso de nematicidas biológicos para el control de nematodos en el cultivo de plátano maqueño (*Musa balbisiana*) en Santo Domingo.

Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar; bajo un arreglo factorial (2x2+2) con seis tratamientos y tres repeticiones, con un total de 18 unidades experimentales. Las variables en estudio fueron: Porcentaje de raíces sanas y enfermas, a los 30, 60 y 90 días, población total de nematodos a los 30, 60 y 90 días, número de manos por racimo, diámetro de dedos, peso de racimos, rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  y análisis económico de los tratamientos.

El uso del nematicida químico Fluopyram, con dosis de  $2,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , tuvo un efecto positivo sobre el porcentaje de raíces sanas, con un incremento del 38,8 % desde los 30 a los 90



	<p>días y una disminución de raíces enfermas de 42,9 % a los 30 días hasta 4,1 % a los 90 días, en la población total de nematodos a los 30, 60 y 90 días, presenta una media de 4 200; 3 333 y 1 867 nematodos por 100 gramos de raíces totales, diámetro de dedos con una diferencia de 1,2 cm, con el testigo y 0,9 cm con los nematocidas biológicos, en el peso de racimos con una diferencia de 3,6 kg con los nematocidas biológicos y 7,9 kg con el testigo y en el rendimiento presenta la mejor media con 23 366 kg ha<sup>-1</sup>. En el análisis económico, el uso de <i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i> y Verango<sup>TM</sup>, con dosis de 10 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> y 2,5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>, reportaron, la mayor rentabilidad de 1,97 USD y 1,84 USD; es decir por cada dólar invertido, se obtiene una ganancia de 0,97 USD y 0,84 USD respectivamente.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>Plátano maqueño, control de nematodos, Verango, <i>Trichoderma harzianum</i>, <i>Paecilomyces lilacinus</i>, <i>Pseudomonas cepacia</i></p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>This research was carried out in the Province of Santo Domingo de los Tsáchilas, Canton Santo Domingo, on the farm owned by Mrs. Rosa Elena Aleman, located in Julio Moreno parish, geographically located between latitude</p>

00 ° 16 ' 32`` South and Longitude: 79 ° 11 '55

"West and with an altitude of 510 m.s.n.m.

The objective of this study was to evaluate the use of biological nematodes for the control of nematodes in the cultivation of plantain maqueño (*Musa balbisiana*) in Santo Domingo.

Completely Randomized, the Block Design was applied; Under a factorial arrangement (2x2 + 2) with six treatments and three replicates, with a total of 18 experimental units.

The variables studied were: Percentage of healthy and diseased roots, at 30, 60 and 90 days, total nematode population at 30, 60 and 90 days, number of hands per cluster, finger diameter, bunches weight, profit Kg ha<sup>-1</sup> and economic analysis of treatments.

The use of the chemical nematode Fluopyram, with doses of 2.5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>, had a positive effect on the percentage of healthy roots, with an increase of 38.8% from 30 to 90 days and a decrease of diseased roots From 42.9% at 30 days to 4.1% at 90 days, in the total population of nematodes at 30, 60 and 90 days, presents an average of 4 200; 3 333 and 1 867

	<p>nematodes per 100 grams of total roots, diameter of fingers with a difference of 1.2 cm, with the control and 0.9 cm with the biological nematodes, in the weight of clusters with a difference of 3.6 Kg with the biological nematodes and 7.9 kg with the control and in the harvest the best average with 23 366 kg ha<sup>-1</sup>. In the economic analysis, the use of <i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i> and Verango<sup>TM</sup>, with doses of 10 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> and 2,5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>, reported the highest cost effectiveness of 1.97 USD and 1.84 USD; it means that for every dollar invested, you get a profit of \$ 0.97 and \$ 0.84 respectively.</p>
<p><b>KEYWORDS</b></p>	<p><i>Banana maqueño, Nematode control, Verango, Trichoderma harzianum, Paecilomyces lilacinus, Pseudomonas cepacia</i></p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: \_\_\_\_\_  
 PAÚL ORLANDO ESTRELLA JIMÉNEZ  
 171876181-8

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **PAÚL ORLANDO ESTRELLA JIMÉNEZ**, C.C. 171876181-8 autor del proyecto titulado: **“EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS BIOLÓGICOS APLICADOS EN DOS DOSIS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE MAQUEÑO (*Musa balbisiana*) EN LA PARROQUÍA JULIO MORENO ESPINOZA CANTÓN SANTO DOMINGO 2015”**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO MENCION EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**, en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 13 de febrero del 2017.



f: \_\_\_\_\_

PAÚL ORLANDO ESTRELLA JIMÉNEZ  
C.C.171876181-8

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Portada.....	I
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal.....	II
Responsabilidad del autor.....	III
Aprobación del director.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Formulario de biblioteca.....	VII
Declaración y autorización.....	XII
Índice de contenido.....	XIII
Índice de tablas.....	XIV
Índice de figuras.....	XV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
2.1 Sitio de estudio.....	5
2.2 Diseño del muestreo.....	5
2.3 Medición de variables.....	6
2.4 Manejo del experimento.....	7
2.5 Análisis estadístico.....	8
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	9
3.1 Porcentaje de raíces sanas y enfermas a los 30, 60 y 90 días.....	9
3.2 Población total de nematodos a los 30, 60 y 90 días.....	11
3.3 Número de manos por racimo.....	14
3.4 Diámetro de dedos (cm).....	15
3.5 Peso de racimo por planta (kg).....	16
3.6 Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ).....	18
3.7 Análisis económico de los tratamientos.....	20
CONCLUSIONES.....	22
REFERENCIAS.....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

1	Tabla 1. Descripción de los tratamientos, de nematocidas biológicos en el control de nematodos en el cultivo de maqueño, 2016.....	6
2	Tabla 2. Análisis económico de los tratamientos por hectárea.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

1	Figura 3.1. Porcentaje de raíces sanas a los 30, 60 y 90 días de evaluación, en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	10
2	Figura 3.2. Porcentaje de raíces enfermas a los 30, 60 y 90 días de evaluación, en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	10
3	Figura 3.3. Población total de nematodos a los 30, 60 y 90 días, post aplicación, de nematicidas biológicos y dosis en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	12
4	Figura 3.4. Comparación entre factores vs. Testigo químico y absoluto a los 30, 60 y 90 días, en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	14
5	Figura 3.5. Número de manos por racimo en la aplicación de nematicidas biológicos y dosis en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	15
6	Figura 3.6. Diámetro de dedos (cm) de la aplicación de nematicidas biológicos y dosis en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	15
7	Figura 3.7. Diámetro de dedos (cm) de la aplicación de nematicidas biológicos y químico en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	16
8	Figura 3.8. Peso de racimos por planta (kg) de la aplicación de nematicidas biológicos y dosis en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	17
9	Figura 3.9. Peso de racimos por planta (kg) de la aplicación de nematicidas biológicos y químico en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	18
10	Figura 3.10. Rendimiento del cultivo de maqueño $\text{kg ha}^{-1}$ , en Santo Domingo	19
11	Figura 3.11. Peso de racimos por planta (kg) de la aplicación de nematicidas biológicos y químico en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.....	20

## I. INTRODUCCIÓN

El plátano, también conocido como verde, tiene tres variedades: barraganete, dominico y maqueño. Se produce en la región Litoral en las zonas de clima cálido; no hay datos actualizados de la producción, pero se calcula que están sembradas 40 000 ha en el Ecuador (Arteaga, 2012).

El maqueño, es de aspecto pequeño, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo cuando maduro, es un tipo de plátano que se cultiva y cosecha en Ecuador. Gracias a sus grandes racimos, se considera que produce mayor cantidad de dedos (hasta 80 en una mano), que cualquier otro tipo de banano. El maqueño generalmente mide de 20 a 25 centímetros de largo y de 2 a 4 cm de ancho; su peso varía entre los 150 a los 200 gramos. Generalmente lo encontramos en Santo Domingo, Esmeraldas y Manabí - Ecuador y tiene varios usos gastronómicos en nuestro país.

Después de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), el daño causado por los nematodos, es el factor más importante que reduce el rendimiento de los cultivos de banano y plátano. La presencia de nematodos fitoparasitos es una de las causas de reducción de la producción en muchas plantaciones de banano y plátano. En el Ecuador se ha estimado pérdidas de la producción del 17 % al 78 %, con poblaciones superiores a 20 000 *Radopholus similis*, cuando no se ha efectuado un control químico (Triviño, 2004). A nivel mundial, tanto por su daño como por su distribución, los nematodos provocan pérdidas cercanas al 20 % con una equivalencia de más de 278 millones de dólares anuales (Sasser y Freackman 1987).

Está comprobado que los fitonematodos son los patógenos de mayor importancia del sistema radicular tanto en banano y plátano (Pocasangre, 2004), cuyos síntomas son: reducción de la longevidad de la planta, baja producción, desmejoramiento de la calidad de la fruta, poca respuesta a la fertilización, proliferación de hijos raquíuticos y debilitamiento del anclaje. (Sánchez, 2011). Además las plantas de plátano afectadas por estos parásitos muestran un crecimiento deficiente, tienen hojas más pequeñas y en menor



número, los frutos tienen un peso menor y sufren caída por efectos del viento debido a la pudrición de las raíces (Guzmán, 2011).

De manera general los nematodos causan pérdidas considerables en suelos que han sido cultivados por un tiempo largo, causando poca rentabilidad de un cultivo, forzado a realizar rotaciones cortas. Una vez establecidos los nematodos en un área, es muy difícil erradicarlos, por lo que se ha visto la necesidad de usar alternativas biológicas o botánicas.

En la actualidad la única alternativa económica para el control de nematodos en estos cultivos es el uso de nematicidas, los cuales son empleados para reducir los niveles poblacionales a densidades menores que el umbral económico; su uso se ve como una alternativa atractiva para obtener altos rendimientos y buena calidad de la fruta, empleándolos durante la fase productiva de la planta; sin embargo, en siembras anuales de plátano no se recomienda su uso porque no se recupera la inversión. Y además se conoce de las repercusiones ambientales y sociales que estos productos conllevan, lo que ha restringido su uso (Araya, 2003).

El manejo convencional de fitonematodos en plantaciones de banano se basa en dos o tres aplicaciones de nematicidas por año. Este método de manejo es poco eficiente, y además elimina o reduce las poblaciones de antagonistas naturales de nematodos presentes en el suelo y en la rizosfera. (Pocasangre, 2004). Pero a pesar del intenso uso de nematicidas, el control de los fitonematodos no ha sido eficiente y en algunos casos, el problema del deterioro del sistema radical se ha incrementado, resultando en plantaciones altamente infestadas, las cuales difícilmente pueden recuperarse a un nivel productivo económicamente rentable (Pocasangre, 2004).

Por lo general estos plaguicidas son sustancias tóxicas que contaminan el ambiente y que tienen efectos sobre la salud humana. El uso de nematicidas químicos está cada vez más restringido, muchos de estos han sido prohibidos o limitado sus usos tanto por su elevado costo, como por las exigencias del mercado que solicita productos libres de

agroquímicos. La prohibición de estos compuestos, incrementará los problemas agrícolas causados por los nematodos. (UNA, 2009).

Por tal motivo es imperativo desarrollar nuevas opciones de manejo que contribuyan al planteamiento de un nuevo enfoque de control de dichos problemas, enmarcadas en el concepto de manejo integrado de plagas y el uso de tecnologías limpias, de tal forma que permitan una protección más amigable con el agroecosistema y por consiguiente un óptimo fortalecimiento de la economía campesina (INIBAP, 2003).

Piedra (2008) indica que la alternativa de usar hongos y bacterias para el manejo de nematodos fitoparásitos puede ser una opción viable ya que la agricultura actual demanda la reducción de plaguicidas químicos y la introducción de sistemas sostenibles con el uso de agentes de manejo biológico. Dentro de las ventajas que presenta el uso de hongos se pueden destacar: su fácil cultivo y multiplicación en medios sintéticos, pueden ser conservados a largo tiempo, producen alta cantidad de inóculo, tienen capacidad de recolonizar diferentes cultivares de banano y plátano y el costo de preparación y aplicación es más bajo que el uso de nematocidas. (Pocasangre, 2004).

Un caso exitoso para el control biológico de fitonematodos es descrito, al inocular, en forma temprana, plantas de banano con cepas del género *Glomus*, que permitieron atenuar el daño causado por *R. similis* y *M. incognita* hasta en un 85%, los mismos autores reportan que en Cuba, la utilización de hongos como *Paecilomyces lilacinus* y bacterias como *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* y *Corynebacterium paurometabolum*, han tenido éxito en el control de *R. similis*. Tanto en ensayos llevados a cabo en condiciones controladas como en el campo (Hernández, 2003). Muy probablemente, nuestro conocimiento sobre los hongos nematófagos se incrementará en los próximos años; ello se deberá sin duda a los descubrimientos recientes de la biología moderna y en especial a los avances y aplicaciones técnicas moleculares, en el estudio de la patogénesis fúngica (González, 2009).

Mediante esta investigación se trata de demostrar que al aplicar *Paecilomyces lilacinus* y *Pseudomonas cepacia* en diferentes dosis, se puede lograr la reducción de las pobla-

ciones de nematodos fitopatógenos presentes en el cultivo de maqueño, e incrementar el rendimiento.

Por lo tanto en esta investigación, se evaluó el uso de nematicidas biológicos para el control de nematodos en el cultivo de plátano maqueño (*Musa balbisiana*), en la zona de Santo Domingo. Además se identificó el nematicidas biológico y la dosis más adecuado, en el control de nematodos en el cultivo de maqueño y finalmente el análisis económico de los tratamientos. Por lo tanto en esta investigación, se evaluó el uso de nematicidas biológicos para el control de nematodos en el cultivo de plátano maqueño (*Musa balbisiana*), en la zona de Santo Domingo. Además se identificó el nematicidas biológico, la dosis adecuada, en el control de nematodos y finalmente se realizó el análisis económico de los tratamientos.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Sitio de estudio

La investigación experimental, se realizó durante el período invernal desde febrero hasta julio del 2016, en la hacienda de propiedad de la Sra. Rosa Elena Alemán, ubicada en el Recinto Julio Moreno, Parroquia Rio Verde, Cantón Santo Domingo, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador. Con las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 00° 16' 32" Sur y Longitud: 79° 11' 55" Oeste, con una altitud de 510 msnm. La zona de vida es Bosque Húmedo Tropical, con una temperatura promedio de 23,5 °C, con un volumen de precipitaciones de 3 000 a 4 000 mm anuales, 86% de humedad relativa y heliofanía de 3 horas luz<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (Ministerio del Interior, 2015).

### 2.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, bajo arreglo factorial AxB+2, con seis tratamientos y tres repeticiones con un total de 18 unidades experimentales.

El área experimental fue de 2 600 m<sup>2</sup>, con una área útil de 2 300 m<sup>2</sup> constituido de 18 unidades experimentales con una dimensión de cada parcela de 12 m x 12 m; es decir en una área de 144 m<sup>2</sup>, con una densidad de siembra de 3 m entre hileras y 3 m entre plantas, utilizando 16 plantas por tratamiento, con un total de 288 plantas, con cinco plantas evaluadas, al azar por cada unidad experimental.

Los seis tratamientos, consistió en el uso de nematicidas biológicos en dos dosis de aplicación en el cultivo de maqueño. Se utilizó el hongo entomopatógeno *Paecilomyces lilacinus* más *Trichoderma harzianum* con una dosis de 5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> y 10 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> de agua y la bacteria *Pseudomonas cepacia* con una dosis de 5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> y 10 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> de agua y un testigo químico, conocido como Fluopyram, nematicidas y fungicida, en una dosis de 2,5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> y un testigo absoluto, es decir la planta como esta en el campo. Los tratamientos están descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos, de nematicidas biológicos en el control de nematodos en el cultivo de maqueño, 2016.

Tratamientos	Código	Descripción	
		Nematicidas biológicos	Dosis de aplicación
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	<i>P. lilacinus</i> + <i>T. harzianum</i>	5 cm <sup>3</sup> L <sup>-1</sup>
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	<i>P. lilacinus</i> + <i>T. harzianum</i>	10 cm <sup>3</sup> L <sup>-1</sup>
T <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	<i>Pseudomonas cepacia</i>	5 cm <sup>3</sup> L <sup>-1</sup>
T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	<i>Pseudomonas cepacia</i>	10 cm <sup>3</sup> L <sup>-1</sup>
T <sub>5</sub>	TQ	Fluopyram	2,5 cm <sup>3</sup> L <sup>-1</sup>
T <sub>6</sub>	TAbs.	Sin aplicación	-----

### 2.3. Medición de variables

Para la ejecución de la presente investigación se valoraron las siguientes variables dependientes: Población total de nematodos, se efectuó tres muestreos de raíces, a los 30 d, 60 d y 90 d, con la finalidad de cuantificar la población de nematodos, en el cultivo de maqueño. Para la extracción de nematodos de las raíces, se recolectó a 10 cm del hijo, para lo cual se efectuó un hoyo de 20 cm de largo por 20 cm de ancho y 30 cm de profundidad, se recogió aproximadamente 100 g de raíces y se colocó inmediatamente en una funda plásticas, debidamente identificada, con el número de lote y tratamiento correspondiente, luego se trasladó al Laboratorio del Departamento de Sanidad Vegetal de la Estación Boliche (INIAP) para su respectivo análisis, en el cual se contabilizó el porcentaje de raíces sanas y enfermas y la población total de nematodos, para cada uno de los tratamientos.

El número de manos por racimo se cuantificó del total de racimos de las plantas útiles, se escogió tres racimos al azar por unidad experimental, al momento de la cosecha, procediendo a contabilizar el número de manos presente en cada racimo. Para el diámetro de dedos se eligió al azar, diez dedos de las manos y fue contabilizado por racimos al momento de la cosecha, con la ayuda de un calibrador pie de rey y se registró en centímetros. En el peso de racimo de las plantas útiles por unidad experimental, se seleccio-

nó al azar dos racimos, los mismos que fueron pesados con la ayuda de una balanza y registrados en kilogramos. Para el rendimiento del maqueño, se calculó tomando en cuenta el peso del racimo por el número de plantas totales por tratamiento, para luego expresar en kilogramos por hectárea. Para el cálculo del análisis económico, se determinó la relación beneficio/costo del ensayo y se consideró las labores agrícolas, gastos de materiales, insumos, fertilizantes y otros y se relacionó con el rendimiento del cultivo.

#### **2.4. Manejo del experimento**

En el manejo del cultivo se realizó varias actividades de acuerdo a su desarrollo. El control de malezas se efectuó en forma física y mecánica, al inicio del ensayo y posteriormente cada dos meses, para esta labor se usó machete y motoguadaña. Con las malezas cortadas, se cubrió el suelo con el objetivo de mantener las condiciones adecuadas para la aplicación de los tratamientos. La delimitación de parcelas se realizó con la ayuda de una cinta métrica y su respectiva identificación de los tratamientos, para el efecto se usó estacas de caña guadua. Se efectuó además una recolección de muestras de raíces de la plantas de cada tratamiento para un análisis inicial sobre la densidad poblacional de nematodos. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Nematología del INIAP Boliche. La aplicación de los nematicidas biológicos (*P. lilacinus*+*T. harzianum* y *P. cepacia*) de acuerdo a los tratamientos, se realizó al iniciar el ensayo y luego cada 30 días, durante tres meses, mediante una bomba de mochila, siendo distribuida en la zona de crecimiento radicular, en las últimas horas de la tarde, la aplicación del control químico con Fluopyram, se realizó a los 15 días de haber iniciado el ensayo. La prevención de la Sigatoka negra se ejecutó con el podón cada quince días, mediante podas de las hojas enfermas, e inmediatamente se procedió a quemar todo el material enfermo. Además en el ensayo se ejecutó dos deshijos, el primero al inicio del experimento, con la finalidad de homogenizar la plantación y el segundo deshije en el mes de mayo 2016, con el objetivo de eliminar el exceso de hijos de agua de las plantas, elegidas al azar, dejando en promedio dos hijos por planta. El coronado de las plantas se realizó cada 30 días, con la finalidad de eliminar las malezas que se encuentran alrededor de las plantas y el deschante para eliminar sobrantes de las vainas de las hojas, restos orgánicos de la planta, con el fin de prevenir el ataque del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), estas labores se efectuó manualmente, con la ayuda de un machete. Para el control del picudo

negro (*Cosmopolites sordidus*) y rayado (*Metamasius hemipterus*), se practicó un control biológico, mediante el uso del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, el mismo que se distribuyó en trampas, a lo largo del ensayo. La cosecha se realizó a los seis meses aproximadamente.

## **2.5. Análisis estadístico**

Los datos fueron agrupados y analizados con la prueba de F del análisis de varianza; para el caso de las diferencias significativas y se efectuó la comparación de medias con la prueba de significancia Tukey al 0,05 % de probabilidad. Además se utilizó el programa de InfoStat versión 2015, para el análisis estadístico de los datos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Porcentaje de raíces sanas y enfermas a los 30, 60 y 90 días

En el porcentaje de raíces sanas y enfermas, no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos, a los 30, 60 y 90 días de evaluación de los nematocidas biológicos y químico para el control de nematodos en el cultivo de maqueño.

Para el porcentaje de raíces sanas, existe diferencias numéricas con el uso de Fluopyram con  $2,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , permitiendo incrementar las raíces sanas en un 38,8 %, desde los 30 a los 90 días de evaluación, seguido de *Pseudomonas cepacea*,  $4 \text{ L ha}^{-1}$  y *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus*, con  $5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , con 38,1 % y 27,6 % de incremento de raíces sanas desde los 30 a los 90 días, siendo similar (Mackliff, 2012) que a los 30 días después de haber aplicado los tratamientos, obtuvo el porcentaje más alto, en la eficacia del uso de Nematron, con  $12 \text{ L ha}^{-1}$  con 92,1 % y el más bajo correspondió al uso de Vydate  $15 \text{ L ha}^{-1}$  con 86,5 %. Algo similar ocurrió a los 90 días, después de la aplicación, donde el porcentaje de raíces sanas más bajo es 68,91 % y corresponde a Vydate  $15 \text{ L ha}^{-1}$ , mientras que el porcentaje más alto 77,04 % presentó Nematron  $12 \text{ L ha}^{-1}$  en el control de *Radopholus similis* en cultivo de banano en la provincia de los Ríos (Fig. 3.1).

Sánchez (2011), sobre un estudio de alternativas orgánicas, para el manejo de nematodos en banano orgánico, a los 60, 120 y 180 días, después de la primera aplicación, al usar lixiviado de frutos de noni; lixiviado de raquis + dedos de banano, lixiviado raquis + estiércol + cáscara café + ceniza + humus + *P. lilacinus* y lixiviado raquis + estiércol + ceniza + ME + *T. harzianum*, hubieron incrementos de 3,59, 4,31, 2,23 y 3,27% de raíces sanas respectivamente.



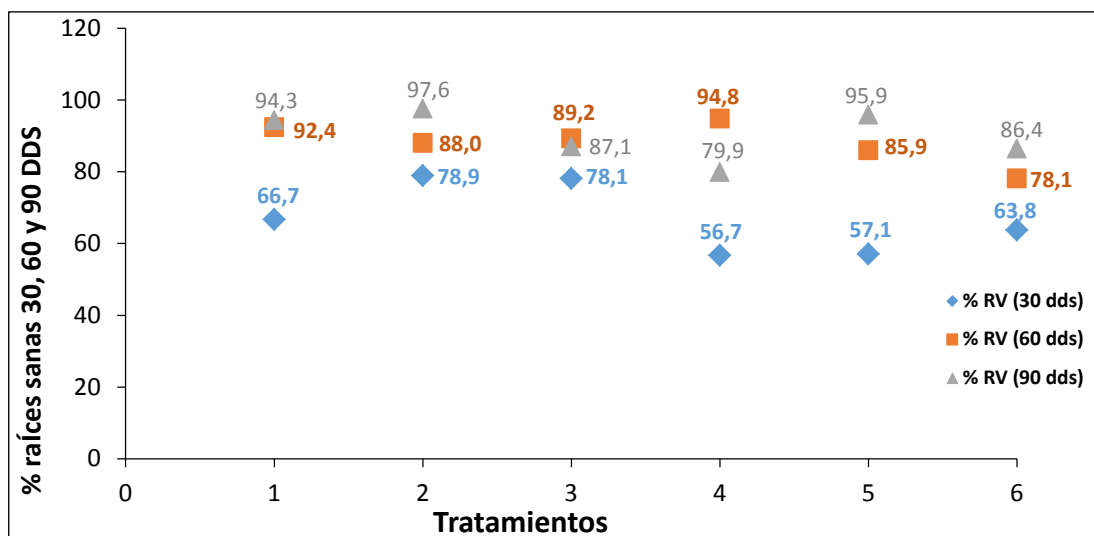


Figura 3.1. Porcentaje de raíces sanas a los 30, 60 y 90 días de evaluación, en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

Para el porcentaje de raíces enfermas, el uso de Fluopyram con  $2,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , no presenta diferencias estadísticas; sólo numéricas, en la infestación de raíces de 42,9 % a los 30 días hasta 4,1 % a los 90 días post aplicación de los tratamientos, seguido de *Pseudomonas cepacea*,  $4 \text{ Lha}^{-1}$  y *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus*, con  $5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , de 43,3 % a los 30 días hasta 5,2 % a los 90 días y 33,3 % a los 30 días hasta 2,4 % a los 90 días, de la disminución de raíces enfermas en el cultivo de maqueño (Fig. 3.2).

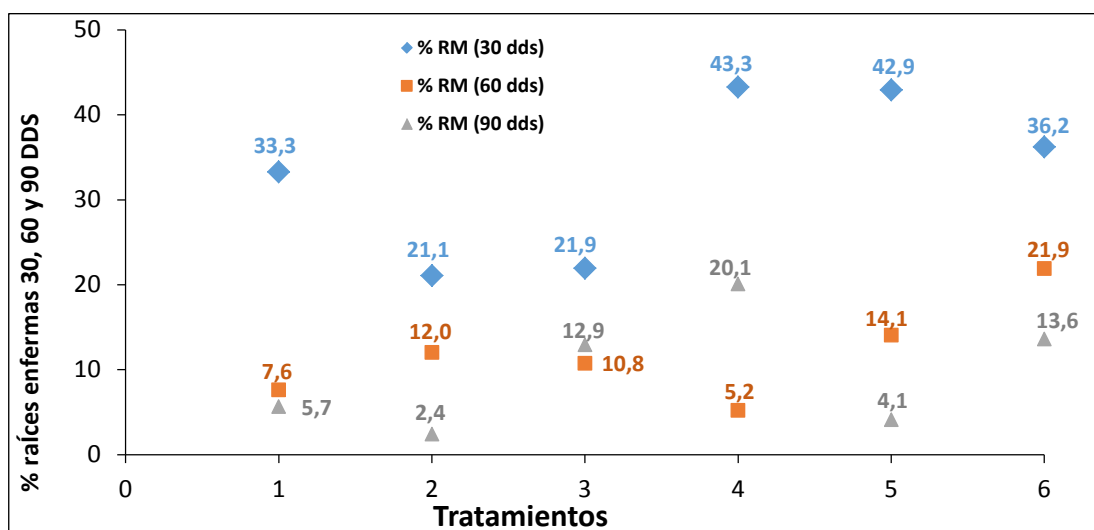


Figura 3.2. Porcentaje de raíces enfermas a los 30, 60 y 90 días de evaluación, en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

### 3.2. Población total de nematodos a los 30, 60 y 90 días

La aplicación de los nematicidas biológicos y las dosis de aplicación, incidieron positivamente, sobre la población total de nematodos a los 30, 60 y 90 días ( $p = 0,00001$ ). Según la prueba de significancia a los 30 días, al utilizar la mezcla de los hongos *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus*, con  $5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$  y  $10 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , presentaron, poblaciones bajo el umbral económico, con 4 467 y 5 333 nematodos por 100 gramos de raíces totales, siendo similar (Yunga, 2015) al aplicar *Paecilomyces lilacinus*, con  $2 \text{ L ha}^{-1}$  y  $4 \text{ L ha}^{-1}$ , con una reducción de la población total de nematodos de 31,53 % y 28,98 %, en el cultivo de plátano barraganete. (Oña, 2008) al usar *Paecilomyces lilacinus* con una dosis de  $7,5 \text{ cm}^3 \text{ pl}^{-1}$ , obtuvo un menor índice de incremento de nematodos en el cultivo de sandía. En tanto a los 60 días post aplicación, al usar la mezcla de los hongos *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus*, con  $5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$  y  $10 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , se mantuvieron las poblaciones, bajo el umbral económico, con 4 533 y 5 667 nematodos por 100 gramos de raíces totales y observamos que al usar *Pseudomona cepacea*, con  $2 \text{ L ha}^{-1}$  y  $4 \text{ L ha}^{-1}$ , reducen las poblaciones a 5 733 y 8 067 nematodos por 100 gramos de raíces totales. Yunga (2015) en la evaluación de *Paecilomyces lilacinus*, en el cultivo de plátano barraganete, obtuvo 16,08 % de reducción, siendo superior a *Pseudomona cepacea*, con una media de 7,45 % de reducción de la población total de nematodos.

(Eguiguren, 2000), indica que *Paecilomyces lilacinus*, tiene inconvenientes en su producción, costo y aplicación, pero en condiciones óptimas parasita huevos y hembras adultas de *Meloidogyne sp.*, reduciendo de 80 % al 90 % de la población, llegando a concluir que a mayor densidad de *Paecilomyces lilacinus*, existe menos población de nematodos. Además encontró una correlación positiva en el nivel del control de nematodos y dosis de aplicación.

Finalmente a los 90 días, post aplicación, al utilizar *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus*, con  $5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$  y  $10 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , baja las poblaciones de nematodos, con una media de 2 733 y 2 800 nematodos por 100 gramos de raíces totales, de la misma forma con la aplicación de *Pseudomona cepacea*, con  $2 \text{ L ha}^{-1}$  y  $4 \text{ L ha}^{-1}$ , reducen las poblaciones a 3 400 y 3 533 nematodos por 100 gramos de raíces totales; es decir hubo

efecto positivo sobre el control de nematodos en el cultivo del maqueño, al utilizar los nematicidas biológicos con sus dosis de aplicación, manteniendo las poblaciones de *Radopholus sp*, *Helicotylenchus sp*, *Pratylenchus sp* y *Meloidogyne sp* bajo el umbral económico (Fig. 3.3).

El hongo *Paecilomyces lilacinus*, actúa por competencia física y por efecto de hiperparasitismo, el micelio penetra en el interior de los huevos, nutriéndose de sus fluidos interiores y bajo ciertas condiciones es capaz de producir toxinas que afectan al sistema nervioso de los nematodos de los géneros *Radopholus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus* produciéndoles la muerte (Eguiguren, 2000).

(Lucero, 2009) en un estudio, sobre el efecto de *Paecilomyces lilacinus* y *Pseudomona cepacea* para el control de nematodos en banano, en el cual el uso de *P. lilacinus* obtuvo la menor población a los 30 días con 1 466,67 *Radopholus similis* por 100 g de raíz, en tanto que al utilizar *P. cepacea*, obtuvo una población de 2 366,67 individuos por 100 g de raíz.

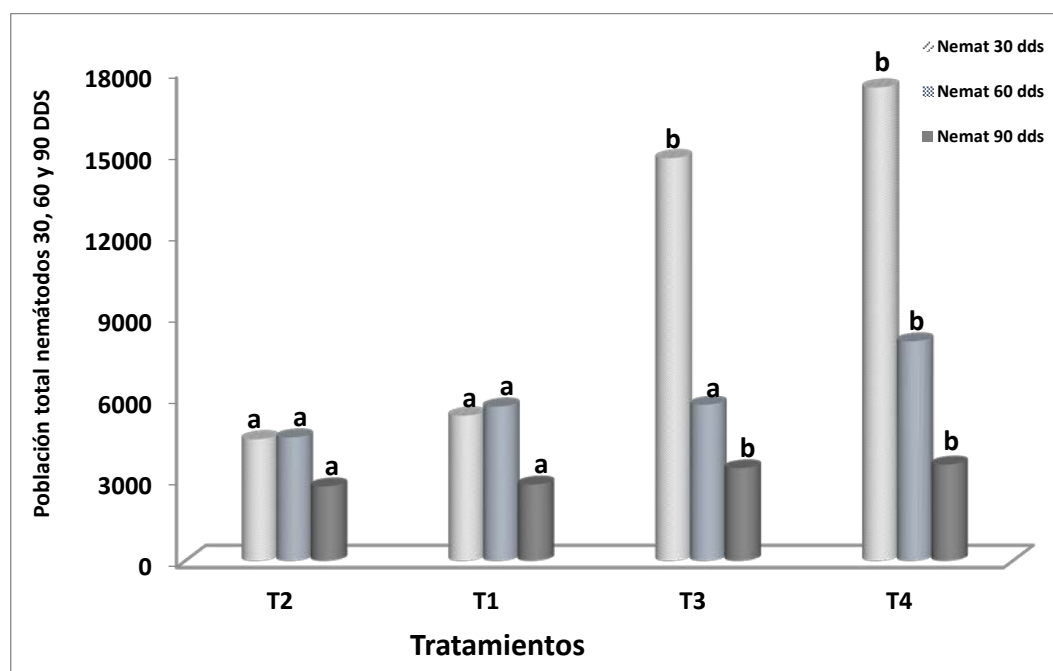


Figura 3.3. Población total de nematodos a los 30, 60 y 90 días, post aplicación, de nematicidas biológicos y dosis en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

Para la comparación entre los factores vs testigo químico y absoluto en la reducción de la población total de nematodos a los 30, 60 y 90 días, post aplicación, se observó que el tratamiento químico tiene el mayor efecto, con medias de 4 200, 3 333 y 1 867 nematodos por 100 gramos de raíces totales; mientras que la utilización de nematicidas biológicos a los 30 días post aplicación, se determinó una media de 10 500 nematodos por 100 g de raíces totales, es decir esta sobre el umbral económico, en tanto que a los 60 y 90 días post aplicación, las poblaciones de nematodos han bajado a 6 000 y 3 117 nematodos por 100 g de raíces totales; por lo tanto hubo un efecto positivo en el control de nematodos en el cultivo de maqueño. El testigo absoluto a los 30 días, presentó una población que pasó el umbral económico con 20 533 nematodos por 100 gramos de raíces totales, pero a los 60 y 90 días, baja la población a 8 333 y 5 933 nematodos por 100 gramos de raíces totales (Fig. 3.4).

(Tarté 1980, Tarté y Pinochet 1981), menciona que *Radopholus similis*, es la especie predominante en el cultivo de banano y la decisión o recomendación de aplicar nematicidas, se da cuando las densidades poblacionales superan los 10 000 individuos por 100 g de raíces.

(Suquilanda, 2006), indica que el control químico es efectivo pero temporal, incrementa los costos de producción; además está comprobado el efecto dañino de estos tóxicos sobre el cuerpo humano, animales y el agua. Y dada la toxicidad de los nematicidas, su uso debe ser como última alternativa y siempre en forma integral, dado que los nematodos son sorprendentemente resistentes a muchas sustancias químicas (Agrios, 2008).

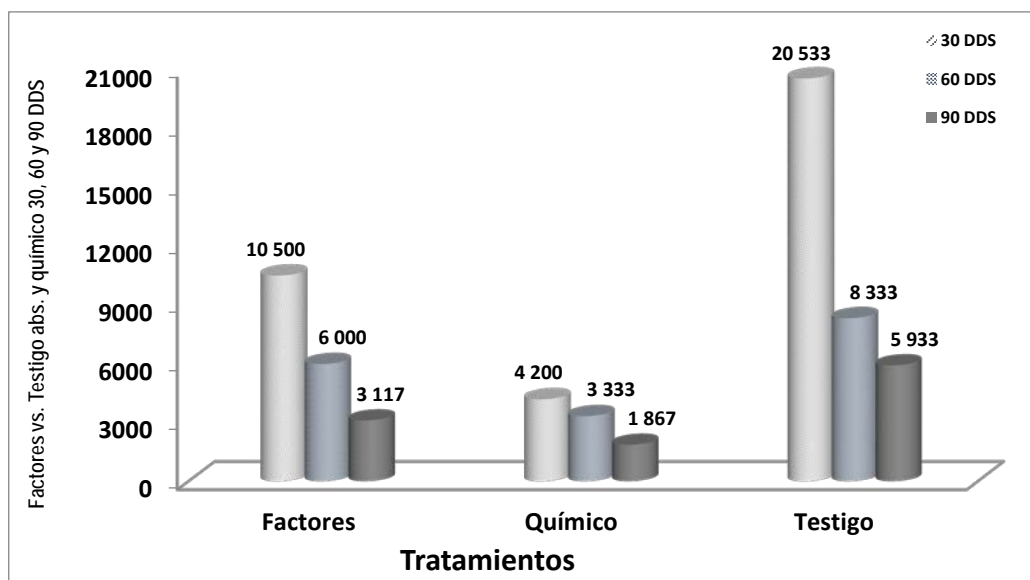


Figura 3.4. Comparación entre factores vs. Testigo químico y absoluto a los 30, 60 y 90 días, en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

### 3.3. Número de manos por racimo

Para el número de manos por racimo no hubo diferencias ( $p=0,0804$ ) para los tratamientos, en la evaluación de nematicidas para el control de nematodos en el cultivo de maqueño.

El uso de nematicidas biológicos y un químico, no influenciaron en el número de manos por racimo, con una media de 5,49; similar a (Moreira, 2015) con 5 manos por racimo, en el efecto de la diversidad intraespecífica en el cultivo de musáceas, (Yunga, 2015) al aplicar *Pseudomona cepacea* con una dosis de  $4 \text{ L ha}^{-1}$ , obtuvo el mayor rango con 6,17 manos por racimo y *Paecilomyces lilacinus* con  $4 \text{ L ha}^{-1}$  con la media más baja de 5,06 manos por racimo en el cultivo de plátano barraganete (Fig. 3.5).

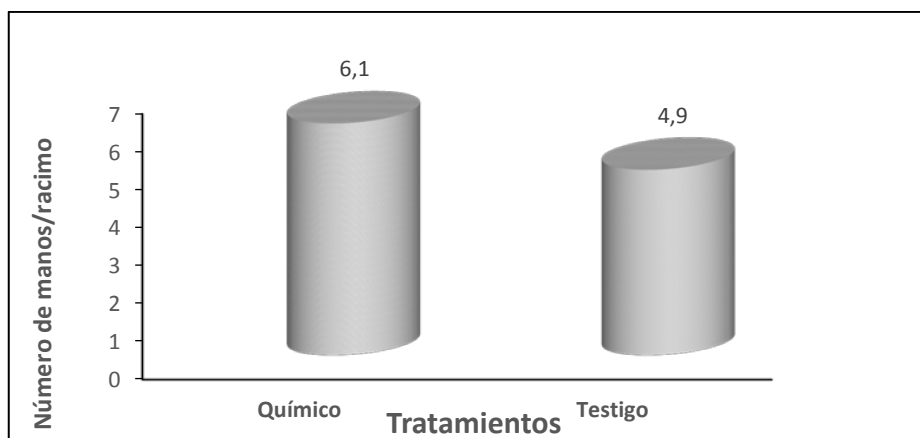


Figura 3.5. Número de manos por racimo en la aplicación de nematicidas biológicos y dosis en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

### 3.4. Diámetro de dedos (cm)

El uso de los nematicidas biológicos y las dosis de aplicación, incidieron significativamente, sobre el diámetro de dedos ( $p = 0,023$ ). Según la prueba de significancia al utilizar la mezcla de los hongos *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus*, y *Pseudomonas cepacea*, con  $10 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , presentaron los valores más altos con 5,3 cm y 5,07 cm respectivamente, siendo superior (Yunga, 2015) con promedios de 3,0 cm a 3,7 cm de diámetro en plátano barraganete al utilizar *Paecilomyces lilacinus* y *Pseudomonas cepacea*, con dosis de  $4 \text{ L ha}^{-1}$  (Fig. 3.6).

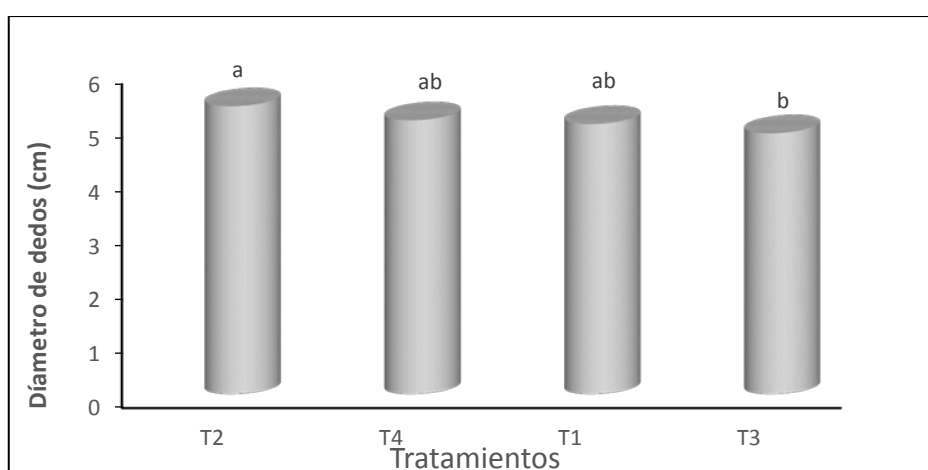


Figura 3.6. Diámetro de dedos (cm) de la aplicación de nematicidas biológicos y dosis en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

La incidencia fue altamente significativa para las comparación entre nematicidas biológicos con el testigo ( $p = 0,0001$ ), nematicidas biológicos vs. Fluopyram ( $p = 0,0068$ ) y el testigo vs. Fluopyram ( $p = 0,0001$ ), por lo tanto, se indica que los nematicidas biológicos y el químico influyeron positivamente en el diámetro de dedos, con una diferencia de 0,9 cm entre nematicidas biológicos y testigo y 1,2 cm entre Verango y el testigo (Fig. 3.7).

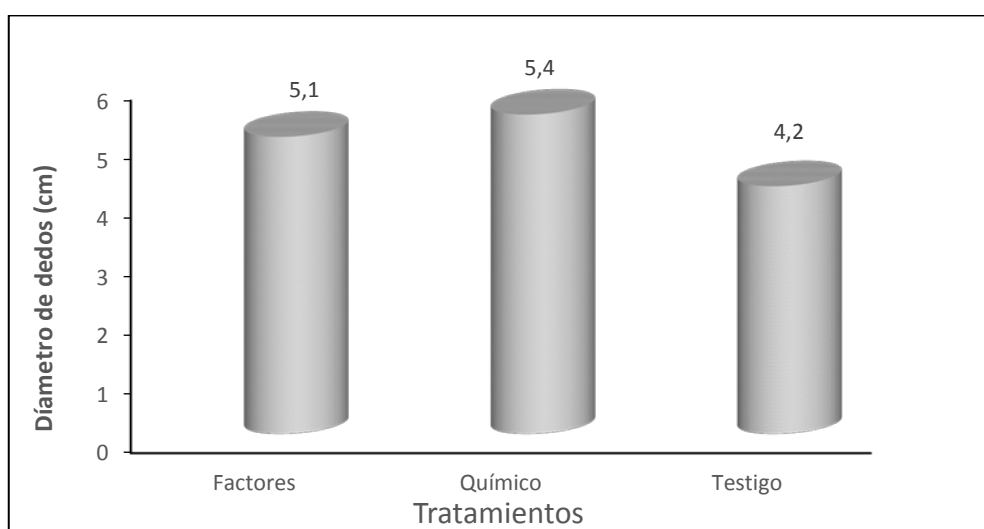


Figura 3.7. Diámetro de dedos (cm) de la aplicación de nematicidas biológicos y químico en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

### 3.5. Peso de racimo por planta (kg)

Esta variable presentó diferencias significativas para la interacción de los nematicidas biológicos con las dosis de aplicación ( $p = 0,0401$ ). Según la prueba de significancia al utilizar la mezcla de los hongos *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus*, y *Pseudomonas cepacea*, con  $10 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , presentaron los valores más altos con 26,43 kg y 25,13 kg, siendo superior (Moreira, 2015) con un peso bruto de 10,50 kg, en el cultivo de maqueño, (Yunga, 2015) con una media en peso de racimo de 20,96 kg, al aplicar nematicidas biológicos con dosis de  $4 \text{ L ha}^{-1}$ , en el plátano barraganete, (Sánchez, 2011), en un ensayo al aplicar lixiviado de raquis fresco + yogurt + levadura + melaza + *P. lilacinus*, para el control de nematodos en banano, en la Hda. Andreina, Provincia del Guayas, obtuvo el mayor promedio con 32,34 kg en tanto que en la Hda. San José, Pro-

vincia de los Ríos, al utilizar tratamientos orgánicos – biológicos, los racimos alcanzaron una media de peso de 38,79 kg a 43,65 kg y (Lucero, 2009), al emplear *Paecilomyces lilacinus*, con dosis de 4 L ha<sup>-1</sup>, para el control de nematodos en banano, alcanzó una media de 17,60 kg por racimo (Fig. 3.8).

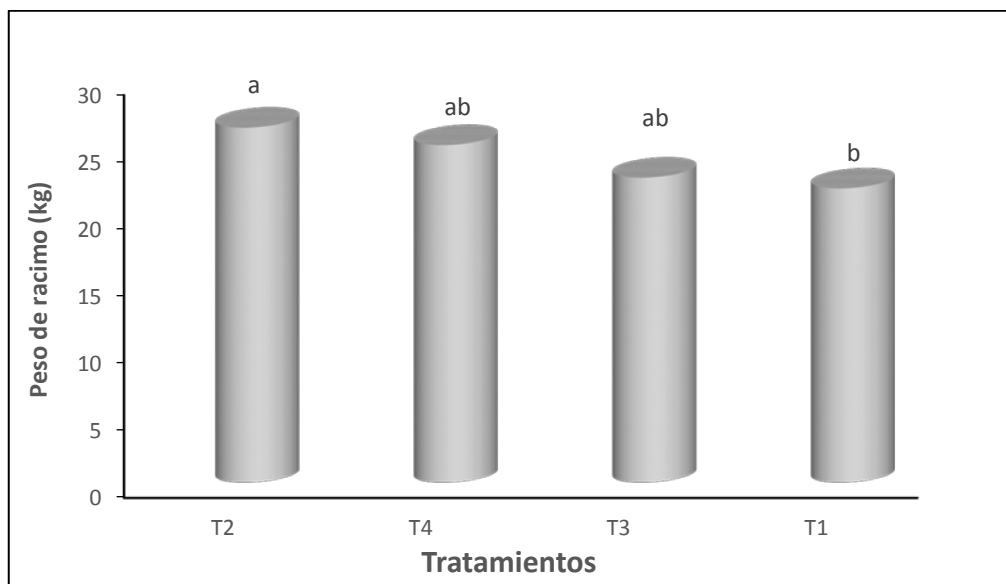


Figura 3.8. Peso de racimos por planta (kg) de la aplicación de nematicidas biológicos y dosis en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

Hubo incidencia significativa para las comparación entre nematicidas biológicos con el testigo ( $p = 0,0365$ ), nematicidas biológicos vs. Fluopyram ( $p = 0,0182$ ) y el testigo vs. Fluopyram ( $p = 0,0365$ ), por lo tanto, se indica que los nematicidas biológicos y el químico influyeron positivamente en el peso de racimos, con una diferencia de 3,6 kg entre nematicidas biológicos y testigo y 7,9 kg entre Fluopyram y el testigo (Fig. 3.9).



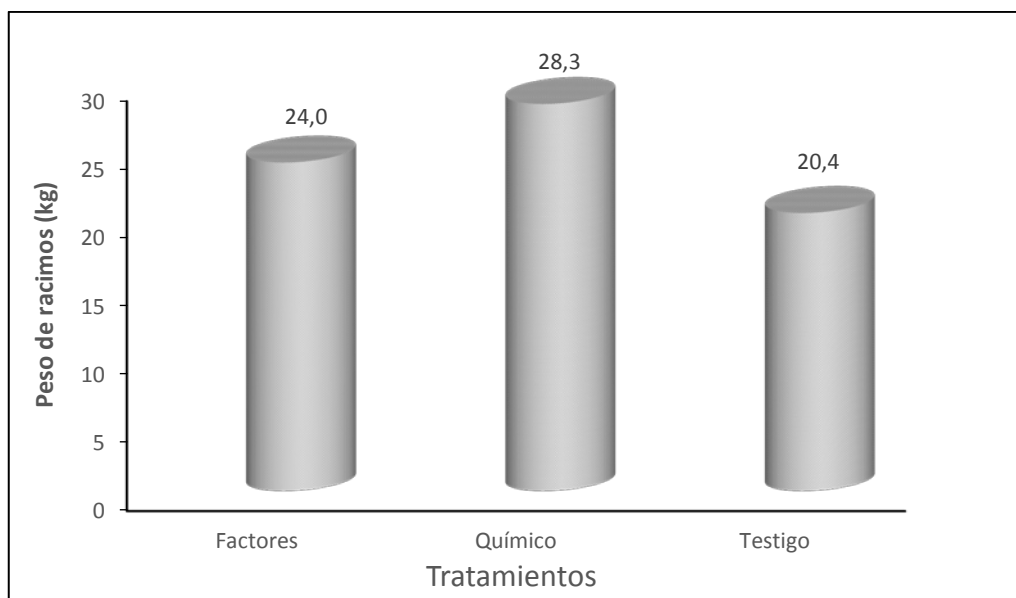


Figura 3.9. Peso de racimos por planta (kg) de la aplicación de nematicidas biológicos y químico en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

### 3.6. Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

En el rendimiento del cultivo de maqueño, presenta diferencias significativas para la interacción de los nematicidas biológicos con las dosis de aplicación ( $p = 0,0152$ ). Según la prueba de significancia, el tratamiento químico, con el uso de Fluopyram  $2,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , presentó la media más alta con  $23\,365,83 \text{ kg ha}^{-1}$  y el testigo, presentó el promedio más bajo con  $16\,802,50 \text{ kg ha}^{-1}$ , siendo superiores (Moreira, 2015), en el efecto de la diversidad intraespecífica en el cultivo de musáceas, con un rendimiento de  $8\,662,5 \text{ kg ha}^{-1}$ , en el cultivo de maqueño, (Yunga, 2015) con un rendimiento de  $25\,049 \text{ kg ha}^{-1}$ , al aplicar *Pseudomonas cepacea*, con dosis de  $4 \text{ L ha}^{-1}$ , en el plátano barraganete, (Sánchez, 2011), en un ensayo al aplicar lixiviado de raquis fresco + yogurt + levadura + melaza + *P. lilacinus*, para el control de nematodos en banano, en la Hda. Andreina, Provincia del Guayas, obtuvo un rendimiento de  $35\,929,74 \text{ kg ha}^{-1}$ , en tanto que la Hda. San José, Provincia de los Ríos, al utilizar tratamientos orgánicos – biológicos, el rendimiento fue  $43\,095,69 \text{ kg ha}^{-1}$  a  $48\,495,15 \text{ kg ha}^{-1}$  y (Lucero, 2009), al emplear *Paecilomyces lilacinus*, con dosis de  $4 \text{ L ha}^{-1}$ , para el control de nematodos en banano, alcanzó un rendimiento medio de  $19\,553,6 \text{ kg ha}^{-1}$  (Fig. 3.10)

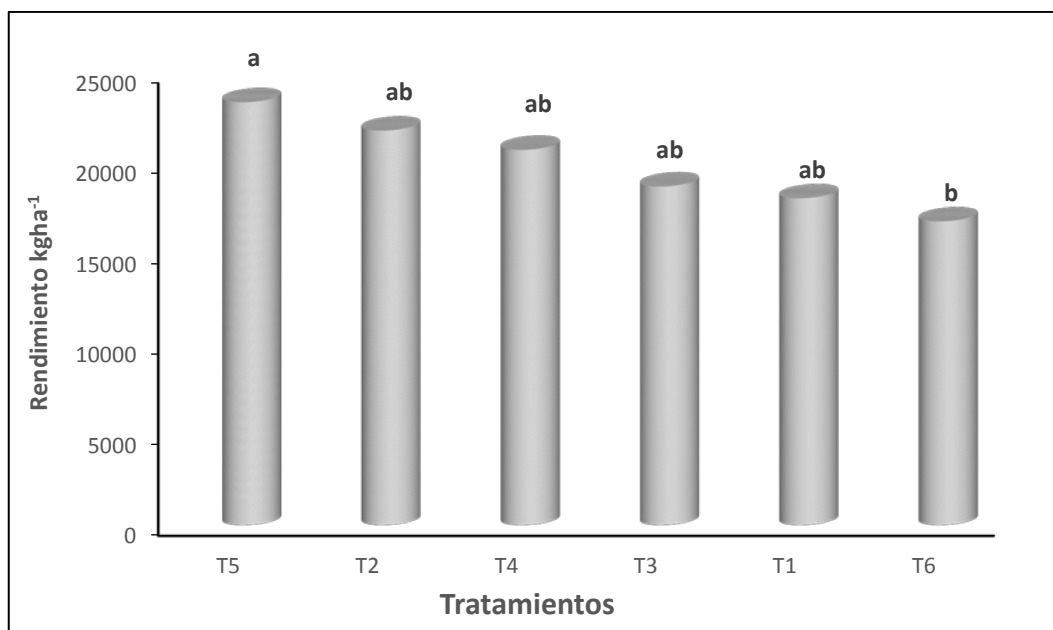


Figura 3.10. Rendimiento del cultivo de maqueño  $\text{kg ha}^{-1}$ , en Santo Domingo.

Para las comparaciones estadísticas, entre nematicidas biológicos con el testigo ( $p = 0,0347$ ), nematicidas biológicos vs. Fluopyram ( $p = 0,0176$ ), existe significancia estadística y para el testigo vs. Fluopyram ( $p = 0,0019$ ), alta significancia, es decir el uso de los nematicidas biológicos y el químico influyeron positivamente en el rendimiento del cultivo de maqueño, con una diferencia de  $3\,036 \text{ kg ha}^{-1}$  entre nematicidas biológicos y testigo y  $6\,563 \text{ kg ha}^{-1}$  entre Fluopyram y el testigo (Fig. 3.11).

Bayer Crop Science, lanzó recientemente un nuevo nematicidas basado en el ingrediente activo fluopyram, comercializado bajo las marcas Velum™ y Verango™. En ensayos de campo, estos productos han mostrado un significativo aumento en los rendimientos y calidad de una amplia gama de cultivos como por ejemplo frutales, hortalizas y tabaco. Velum™ y Verango™ son los primeros nematicidas que actúan mediante la inhibición del complejo II inhibiendo selectivamente las generaciones de nematodos de la energía celular. Comparados a las soluciones químicas existentes, ellos tienen un favorable perfil de seguridad y ambiental y ofrecen un efecto duradero con bajas dosis de aplicación.

Otro de los beneficios para los agricultores es que pueden usarse bajo diferentes condiciones de crecimiento – en invernaderos y en campo – y también con diferentes técnicas de aplicación. Dependiendo de la aprobación regulatoria, Velum™ y Verango™ pueden usarse en riego por goteo, inundación del suelo, aplicación en los surcos o incorporación al suelo. Beneficios adicionales son su eficacia contra enfermedades fungosas como mancha foliar por *Alternaria*, *Oídio* y podredumbre por *sclerotinia*, lo que hace a ambos productos innovadoras herramientas de MIP (Crop Science, 2014).

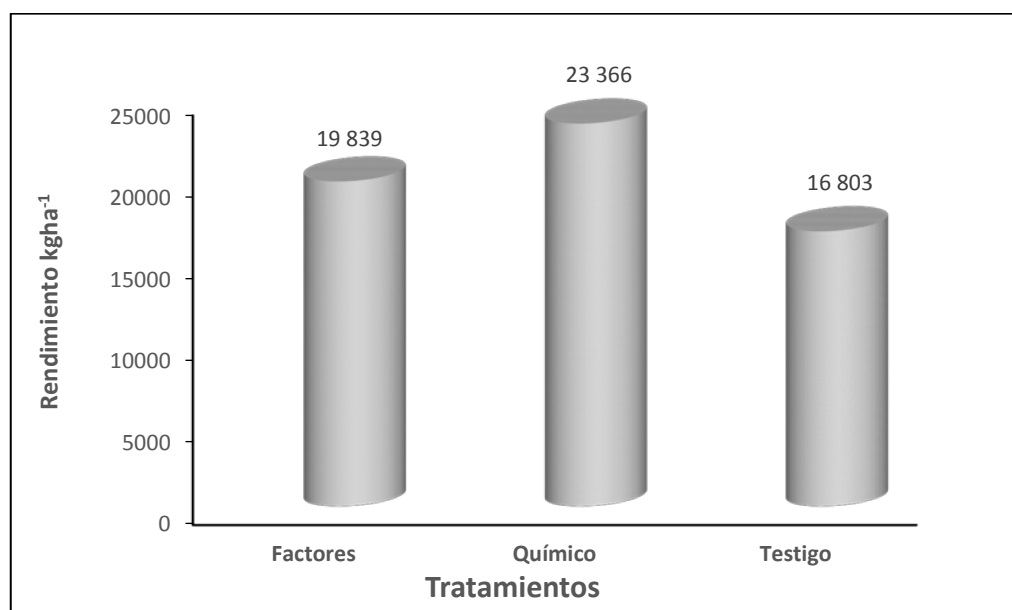


Figura 3.11. Peso de racimos por planta (kg) de la aplicación de nematocidas biológicos y químico en el cultivo de maqueño, en Santo Domingo.

### 3.7. Análisis económico de los tratamientos

En la tabla 3.1, muestra las relaciones beneficio/costo para cada tratamiento, con el uso de *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus*, con dosis de  $10 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , reportó mayor rentabilidad de 1,97 USD; es decir por cada dólar invertido 0,97 USD de ganancia, seguido del nematocidas químico Fluopyram con dosis de  $2,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , con 1,84 USD; es decir por cada dólar invertido 0,84 USD de ganancia. Además se observó que al usar *Pseudomonas cepacea* con dosis de  $10 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , solo recupera la inversión, debido al costo del producto. El resto de tratamientos también son rentables de acuerdo al análisis económico. Cabe indicar que la

aplicación de nematicidas biológicos y químico si influyeron en el rendimiento del cultivo de maqueño.

Tabla 2. Análisis económico de los tratamientos por hectárea.

<b>Tratamientos</b>	<b>CV</b>	<b>Rend. kgha<sup>-1</sup></b>	<b>Costo kg (\$)</b>	<b>IB</b>	<b>BN</b>	<b>B/C</b>
<i>Trich. harzianum</i> + <i>P. lilacinus</i>	1645	18 076,7	0,24	4338,40	2693,40	1,64
<i>Trich. harzianum</i> + <i>P. lilacinus</i>	1765	21 807,5	0,24	5233,80	3468,80	1,97
<i>Pseudomona cepacea</i>	2005	18 727,5	0,24	4494,60	2489,60	1,24
<i>Pseudomona cepacea</i>	2485	20 744,2	0,24	4978,60	2493,60	1,00
Fluopyram	1975	23 365,8	0,24	5607,80	3632,80	1,84
Testigo absoluto	1575	16 802,5	0,24	4032,60	2457,60	1,56

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la investigación se logró llegar a las siguientes conclusiones:

La aplicación del nematocidas Fluopyram, con dosis de 2,5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>, se observó efecto positivo sobre la población total de nematodos a los 30, 60 y 90 días, diámetro de dedos, peso de racimos y rendimiento por hectárea.

El uso de *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus* y *Pseudomonas cepacia*, con dosis de 5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> y 10 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>, exhibieron promedios aceptables para porcentaje de raíces sanas y enfermas, población total de nematodos, diámetro de dedos, peso de racimos y rendimiento por hectárea.

En el análisis económico, el uso de *Trichoderma harzianum* + *Paecilomyces lilacinus* y Verango<sup>TM</sup>, con dosis de 10 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> y 2,5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>, reportaron, la mayor rentabilidad 0,97 USD y 0,84 USD de ganancia.

## REFERENCIAS

- Agrios, G. (2008). Fitopatología. México D.F. (Mex.): Limusa. Pág. 194-233, 734-779.
- Araya, M. (2003). Efectos depresivos de ataque de *Radopholus similis* en banano (*Musa AAA*). San José, Costa Rica. CORBANA 20 (20):5.
- Arteaga, E. (2012). Diseño de una microempresa productiva y de comercialización de empanadas de verde en la ciudad de Quito. (Tesis inédita de grado). Universidad Central del Ecuador.
- Crop Science. (2014). Velum<sup>TM</sup> / Verango<sup>TM</sup>: Un nuevo e innovador nematicidas de Bayer. Memorias del VI Congreso Internacional de Nematología en la ciudad de Cabo, Sudáfrica.
- Eguiguren, A. (2000). Avance de investigación sobre el género *Meloidogyne* sp., en el Ecuador. In research and planning conference on root-knot nematodes *Meloidogyne* sp. Lima (Perú): CIP. Pág. 66-90-93.
- González C., Aristizábal C.; Aristizábal L. (2009). Evaluación biológica del manejo de picudos y nematodos fitopatógenos en plátano (*Musa AAB*). Acta Agronomía. 58 (4): 260 -269.
- Guzmán, P. (2011). El nematodo barrenador (*Radopholus similis*) del banano y plátano. Manizales. Rev. Luna Azul 32:137-153
- Hernández, M. (2003). Patogenicidad de nematodos entomopatógenos (Nematoda: Steinemematidae) en larvas y pupas de mosca de la fruta *Anastrepha ludens* Loew (Díptera: Tephritidae). (Tesis inédita de grado). Universidad de Colima-Perú.

- INIBAP. (2003). Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable. Memorias del taller realizado en la EARTH. Guácimo. Costa Rica.
- Lucero, M. (2009). Efecto del *Paecilomyces lilacinus* y *Pseudomonas cepacia*, aplicado en dos dosis para el control de nematodos en el cultivo de banano (*Musa sapientum*) variedad valeri en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, 2008. (Tesis inédita de grado). Universidad Tecnología Equinoccial, Santo Domingo, Ecuador.
- Mackliff, M. (2012). Evaluación de la eficiencia de Nematón en la reducción poblacional de *Radopholus similis* en condiciones controladas de invernadero. (Tesis inédita de grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.
- Ministerio del Interior. (2015). Gobernación Santo Domingo de los Tsáchilas. Obtenido de <http://gubernacionsdtsachilas.gob.ec/turismo/>
- Moreira, C. (2015). Efecto de la diversidad intraespecífica en el cultivo de Musáceas como medida del control de sus problemas fitosanitarios. (Tesis inédita de grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Piedra N. (2008). Manejo biológico de nematodos fitoparásitos con hongos y bacterias. Tecnología en marcha. Volumen 21.
- Pocasangre L., Zum Felde A., Meneses A., Cañizares C., Riveros, E., Rosales, F., & Sikora, R. A. (2004). Manejo alternativo de fitonematodos en banano y plátano. Memorias, XVI reunión internacional de ACORBAT (pp.106-112). Oaxaca, México.
- Sánchez, L. (2011). Desarrollo de alternativas orgánicas-biológicas para el manejo de nematodos en bananeras orgánicas de las provincias del Guayas y Los Ríos. (Tesis inédita de grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.

- Sasser, J., Freckman, W. (1987). Una perspectiva mundial sobre nematología; el papel de la sociedad. En J. A. Veech; D. W. Dickson vistos o nematology. EEUU. Society of Nematologists, INC. pp 7 – 14.
- Suquilanda, M. (2006). Agricultura Orgánica: Alternativa tecnológica del futuro. Abya – Yala. Tercera Edición. Quito – Ecuador. Pp. 655.
- Tarté, R; Pinochet, J. (1981). Problemas nematológicos del banano, contribuciones a su conocimiento y combate. Panamá. UPEB. 32 p.
- Triviño, C., Farias, E. (2004). Antagonistas nativos para manejo de *Radopholus similis* en banano. Boletín técnico No 111. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Boliche. Guayaquil-Ecuador. pp. 1-3.
- UNA. (2009). Guía para el uso y manejo de *Paecilomyces lilacinus* para el control del nematodo barrenador. Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.
- Yunga, J. (2015). Evaluación de dos productos biológicos aplicados en dos dosis para el control de nematodos en el cultivo de plátano *Musa sp* (AAB) variedad barraganete en la provincia de Sucumbíos. (Tesis inédita de grado). Universidad Tecnología Equinoccial, Santo Domingo, Ecuador.