



*“Por un Desarrollo Agrario Integral  
y Sostenible”*

**Universidad Nacional Agraria**

**Facultad de Agronomía**

**Maestría en Sanidad Vegetal**

**Trabajo de Graduación**

Uso de enmiendas orgánicas y productos biológicos  
para el manejo de nematodos fitoparásitos, en dos  
fincas cafetaleras en Jinotega, 2014

**AUTORA**

Ing. Daniela Masarelo Pérez García

**ASESORA**

Dra. Isabel Cristina Herrera Sírias

Managua, Enero 2019



*"Por un Desarrollo Agrario Integral y  
Sostenible"*

**Universidad Nacional Agraria**

**Facultad de Agronomía**

**Maestría en Sanidad Vegetal**

**Trabajo de Graduación**

Uso de enmiendas orgánicas y productos biológicos  
para el manejo de nematodos fitoparásitos, en dos  
fincas cafetaleras en Jinotega, 2014

**AUTORA**

Ing. Daniela Masarelo Pérez García

**Presentado a la consideración del Honorable Tribunal  
Examinador como requisito final para optar al grado de maestro  
en ciencias en Sanidad Vegetal**

Managua, Enero 2019

## Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por la decanatura de la facultad de Agronomía como requisito parcial para optar al título de:

Maestro en Ciencias en Sanidad Vegetal

---

Miembros del tribunal Examinador

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

Managua, Enero 2019



## **DEDICATORIA**

*A Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo por darme sabiduría para culminar mis estudios.*

*A mi hijo Luis Daniel por ser el ángel que Dios me envió, para que guie mi vida hacia el porvenir de la felicidad.*

*A mi Padre Daniel Pérez y mi hermana Luz Elena Pérez quienes son el lucero y la estrella más grande del universo que ha iluminado mi camino.*

*A la memoria de mis abuelos maternos y paternos.*

*A mi Madre Martha García Cano por ser el pilar fundamental en mi formación y por estar a mi lado en todos los momentos de mi vida.*

*A mi tío Marcos García y su esposa Rosa María Jarquín por el apoyo incondicional que me han brindado.*

*A mis hermanos Francisca, Alfredo, Cándida, Dónatela, Rafaela y Gustavo por su apoyo.*

***Daniela Masarelo Pérez García***

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo por darme sabiduría para culminar mis estudios.*

*A nuestro Gobierno de reconciliación y Unidad Nacional por darnos la oportunidad de reforzar nuestra formación académica gestionando fondos para la realización de Nuestra Maestría.*

*A la Universidad Nacional Agraria por impulsar y apoyar la formación de profesionales para insertarse en un mundo laboral más competitivo.*

*Expreso mi gratitud a mi asesora Dra. Isabel Cristina Herrera Sirias por todos los conocimientos brindados y dedicar parte de su valioso tiempo al seguimiento del trabajo de maestría.*

*Al personal docente que nos brindaron sus conocimientos en especial al Dr. Edgardo Jiménez por su dedicación y apoyo brindado.*

*A los productores de café del departamento de Jinotega por permitirme realizar la etapa de campo poniendo a disposición sus fincas.*

*A todas las personas que directa e indirectamente colaboraron para la realización de mi maestría.*

***Daniela Masarelo Pérez García***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCION	PAGINA
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>INDICE DE CONTENIDO</b>	iii
<b>INDICE DE CUADROS</b>	v
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	vi
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	vii
<b>RESUMEN</b>	ix
<b>ABSTRACT</b>	x
<b>I. INTRODUCCION</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	4
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	5
3.1 Ubicación del Estudio	5
3.2 Descripción de la zona de estudio	5
3.3 Descripción de las fincas en estudio	6
3.3.1 Finca Linda Vista	6
3.3.2 Finca El Jilguero	7
3.4 Diseño Experimental	8
3.5 Descripción de los tratamientos	8
3.6 Muestreos	10
3.7 Colecta de Muestras de suelo y Raíz para la extracción de nematodos fitoparásitos	10
3.8 Extracción de nematodos de suelo y raíz	11
3.9 Conteo de Nematodos	11
3.10 Identificación de los géneros de nematodos	12
3.11 Variables Evaluadas	12
3.12 Analices de datos	12
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	13
4.1 Densidad Poblacional de los géneros de nematodos fitoparásitos en fincas cafetaleras	13
4.2 Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café	13
4.3 Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos por finca	14
4.4 Efectos de los tratamientos biológicos en la parcela con biogreen sobre las densidades poblaciones de nematodos fitoparásitos en 200 g de suelo y 10 g de raíz	16
4.4.1 Finca Linda Vista	16

4.4.1.1	<i>Pratylenchus</i> spp. en suelo y raíz	16
4.4.1.2	<i>Meloidogyne</i> spp. en suelo y raíz	17
4.4.1.3	<i>Helicotylenchus</i> spp. en suelo y raíz	18
4.5	Efectos de los tratamientos biológicos en la parcela sin biogreen sobre las densidades poblaciones de nematodos fitoparásitos en 200 g de suelo y 10 g de raíz	20
4.5.1	Finca Linda Vista	20
4.5.1.1	<i>Pratylenchus</i> spp. en suelo y raíz	20
4.5.1.2	<i>Meloidogyne</i> spp. en suelo y raíz	21
4.5.1.3	<i>Helicotylenchus</i> spp. en suelo y raíz	22
4.6	Efectos de los tratamientos biológicos en la parcela con biogreen sobre las densidades poblaciones de nematodos fitoparásitos en 200 g de suelo y 10 g de raíz	24
4.6.1	Finca el Jilguero	24
4.6.1.1	<i>Pratylenchus</i> spp. en suelo y raíz	24
4.6.1.2	<i>Meloidogyne</i> spp. en suelo y raíz	25
4.6.1.3	<i>Helicotylenchus</i> spp. en suelo y raíz	26
4.7	Efectos de los tratamientos biológicos en la parcela con biogreen sobre las densidades poblaciones de nematodos fitoparásitos en 200 g de suelo y 10 g de raíz	28
4.7.1	Finca el Jilguero	28
4.7.1.1	<i>Pratylenchus</i> spp. en suelo y raíz	28
4.7.1.2	<i>Meloidogyne</i> spp. en suelo y raíz	29
4.7.1.3	<i>Helicotylenchus</i> spp. en suelo y raíz	30
V.	<b>CONCLUSIONES</b>	32
VI.	<b>LITERATURA CITADA</b>	33
VII.	<b>ANEXOS</b>	39

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PAGINA</b>
1. Áreas, variedades y ubicación geográfica de las fincas Linda Vista y el Jilguero, Departamento de Jinotega, 2014	5
2. Fertilizantes, fungicidas, herbicidas y dosis aplicadas finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014	6
3. Fertilizantes, fungicidas, herbicidas y dosis aplicadas finca el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014	7
4. Tratamientos evaluados en el control de nematodos fitoparásitos en la finca Linda Vista y el Jilguero	9

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Esquema cinco puntos de muestreo de nematodos fitoparásitos en suelo y raíz, Departamento Jinotega, 2014	10
2	Densidad poblacional de géneros de nematodos fitoparásitos en la finca Linda Vista y el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014	14
3	Densidades poblacionales de los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en la finca Linda Vista y el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014	15
4	Efecto de los tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Pratylenchus</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca Linda Vista Departamento Jinotega, 2014	17
5	Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Meloidogyne</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, Finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014	18
6	Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Helicotylenchus</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014	19
7	Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Pratylenchus</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014	21
8	Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Meloidogyne</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, Finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014	22
9	Efecto de los tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Helicotylenchus</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014	23
10	Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Pratylenchus</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca El Jilguero, Departamento Jinotega, 2014	25

11	Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Meloidogyne</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca El Jilguero, Departamento Jinotega, 2014	26
12	Efecto de los tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Helicotylenchus</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014	27
13	Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Pratylenchus</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca El Jilguero, Departamento Jinotega, 2014	29
14	Efecto de los tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Meloidogyne</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014	30
15	Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género <i>Helicotylenchus</i> spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca el Jilguero, Departamento, Jinotega, 2014	31

## INDICE DE ANEXO

Anexo		Página
1	Método de extracción de nematodos fitoparásitos en suelo y raíz. Tamices más filtro de algodón	39
2	Resultados de análisis de varianza en la parcela con biogreen finca Linda Vista	40
	2.1 Densidad poblacional del género <i>Pratylenchus</i> spp	40
	2.2 Densidad poblacional del género <i>Meloidogyne</i> spp	41
	2.3 Densidad poblacional del género <i>Helicotylenchus</i> spp.	42
3	Resultados de análisis de varianza en la parcela sin biogreen finca Linda Vista	43
	3.1 Densidad poblacional del género <i>Pratylenchus</i> spp	43
	3.2 Densidad poblacional del género <i>Meloidogyne</i> spp	44
	3.3 Densidad poblacional del género <i>Helicotylenchus</i> spp	45
4	Resultados de análisis de varianza en la parcela con biogreen finca el Jilguero	46
	4.1 Densidad poblacional del género <i>Pratylenchus</i> spp	46
	4.2 Densidad poblacional del género <i>Meloidogyne</i> spp	47
	4.2 Densidad poblacional del género <i>Helicotylenchus</i> spp	48
5	Resultados de análisis de varianza finca el Jilguero en la parcela sin biogreen	49
	5.1 Densidad poblacional del género <i>Pratylenchus</i> spp	49
	5.2 Densidad poblacional del género <i>Meloidogyne</i> spp	50
	5.2 Densidad poblacional del género <i>Helicotylenchus</i> spp	51

## RESUMEN

Los nematodos fitoparásitos son una plaga de gran importancia en el cultivo de café, ya que reducen los rendimientos y su manejo trae graves consecuencia al medio ambiente y la salud humana. El objetivo principal de este estudio fue evaluar el uso de enmiendas orgánicas y controladores biológicos para el manejo de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café. Se seleccionaron dos fincas ubicadas en el departamento de Jinotega, en cada finca se establecieron dos parcelas, una con biogreen y la otra sin biogreen, estableciéndose cuatro tratamientos en cada una de ellas *Trichoderma* spp., *Purpureocillium lilacinum*, Vydate® L, (testigo relativo) y el testigo absoluto. Para la obtención de los datos se realizaron dos muestreos uno al inicio de la época lluviosa (junio 2014) y el segundo al final de la época lluviosa (noviembre 2014). Las variables evaluadas fueron número de nematodos en 200 g de suelos y número de nematodos en 10 g raíz. Para la extracción de nematodos de suelo se utilizó el método tamices más filtro de algodón y para el caso de raíces se utilizó el método licuado más filtro de algodón. La identificación de los géneros de nematodos se realizó con base a las características morfológicas de los géneros presentes. Los resultados indican *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. fueron los géneros que presentaron las densidades poblacionales más altas en ambas fincas, siendo el género *Meloidogyne* spp. el que presentó las mayores densidades poblacionales. De los tratamientos evaluados *Trichoderma* spp. fue el que redujo las poblaciones de los géneros *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. en ambas fincas. El tratamiento *Purpureocillium lilacinum* fue efectivo en la reducción de poblaciones de nematodos presente en la finca el Jilguero, sin embargo, no mostró efecto sobre las poblaciones de *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. Debido a la importancia de los nemátodos fitoparásitos para el cultivo del café, el uso de microorganismos como *Trichoderma* spp. y *P. lilacinum*, deberían ser considerados en los programas de manejo de nematodos fitoparásitos.

**Palabras claves:** *Trichoderma* spp., *Purpureocillium lilacinum*., *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., biogreen

## ABSTRACT

The phytoparasitic nematodes are a plague of great importance in the cultivation of coffee, since they reduce yields and their management brings serious consequences to the environment and human health. The main objective of this study was to evaluate the use of organic amendments and biological controllers for the management of phytoparasitic nematodes associated with coffee cultivation. Two farms located in the department of Jinotega were selected, in each farm two plots were established, one with biogreen and the other without biogreen, establishing four treatments in each of them *Trichoderma* spp., *Purpureocillium lilacinum*, Vydate® L (relative control) and the control absolute. To obtain the data, two samples were taken at the beginning of the rainy season (June 2014) and the second at the end of the rainy season (November 2014). The variables evaluated were number of nematodes in 200g of soils and number of nematodes in 10g of root. For the extraction of soil nematodes the sieve method plus cotton filter was used and for the case of roots the liquefied method plus cotton filter was used. The identification of nematode genera was made based on the morphological characteristics of the genera present. The results indicate *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. and *Helicotylenchus* spp. were the genera that presented the highest population densities in both farms, being the genus *Meloidogyne* spp. which presented the highest population densities. Of the treatments evaluated *Trichoderma* spp. was the one that reduced the populations of the genera *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. and *Helicotylenchus* spp. in both farms. The *Purpureocillium lilacinum* treatment was effective in reducing nematode populations present in the Jilguero estate, however, it did not show an effect on the populations of *Pratylenchus* spp. and *Helicotylenchus* spp. Due to the importance of phytoparasitic nematodes for the cultivation of coffee, the use of microorganisms such as *Trichoderma* spp. and *P. lilacinum*, should be considered in phytoparasitic nematode management programs.

**Key words:** *Trichoderma* spp, *Purpureocillium lilacinum*., *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., biogreen



## I. INTRODUCCION

El cultivo del café tiene un gran valor económico para Nicaragua, constituye el primer producto de exportación llegando a alcanzar el 18% total de las exportaciones, con una producción de 2,493t. Es cultivado por 44,000 productores en un área de 125,874ha distribuidas en 10 departamentos, predominando el área de siembra en la zona norte. Genera el 53% del empleo agropecuario Nacional, el 21% del PIB agrícola del país y el 2% de PIB Nacional (BCN, 2017).

La producción de café varía desde el manejo tradicional hasta el manejo intensivo, caracterizándose el primero por poca densidad de plantas, alta densidad de sombra, reduce el desarrollo de malezas, alberga organismos depredadores de plagas y disminuye el uso de sustancias sintéticas (Fernández y Mushler, 1999). El manejo intensivo se siembra en altas densidades a pleno sol y con alto uso de insumos (Perfecto *et al.*, 1996; Sánchez de León *et al.*, 2006). Se caracteriza por la reducción de la sombra, generando un ambiente que favorecen la presencia de ciertos patógenos en el cultivo.

La afectación de plagas y enfermedades es una fuerte limitante en la producción de café (Herrera *et al.*, 2002; Rosales, 1995). Entre las principales plagas se encuentran los nematodos fitoparásitos (Herrera *et al.*, 2002). Considerándolas una seria amenaza para el cultivo (Perfecto *et al.*, 1996; Sánchez de León *et al.*, 2006).

En las zonas cafetaleras de Nicaragua se encuentran muchas especies de nematodos fitoparásitos (Escobar, 2008). Los géneros de mayor importancia son *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. (Herrera *et al.*, 2002). Los daños son reportados en todas las áreas donde se siembra café (Anzuetto, 1993; Villain *et al.*, 2002).

El parasitismo de estos géneros ocurre simultáneamente (Herrera *et al.*, 2011), afectando principalmente el sistema radicular, las funciones de nutrición mineral y absorción de agua (Herrera *et al.*, 2002). Estas alteraciones fisiológicas conducen a un lento crecimiento y una clorosis de las hojas que pueden evolucionar en un rápido paloteo y agotamiento de la planta (Anzuetto *et al.*, 2000).

El manejo de nematodos se ha fundamentado básicamente en el control químico, utilizando nematicidas (Acosta, 1990), tienen altos costos, afectan el medio ambiente y la salud humana (Gonzales, 1993). Existen alternativas que se pueden implementar para prevenir la infestación y suprimir las poblaciones de nematodos fitoparásitos, como prácticas culturales, rotación de cultivos o combinando todas estas acciones, así como también los organismos depredadores que son enemigos naturales de los nematodos (Jatala, 1985).

En estudios realizados por FUNICA (2009), proponen alternativas de control biológico de nematodos fitoparásitos, que presenta muchas ventajas ya que no afecta la salud humana no contamina el medio ambiente ni los alimentos y es muy efectivo cuando se usa adecuadamente.

El hongo *Purpureocillium lilacinum* (Luangsa, *et al.* 2011), se ha reportado como un agente de control biológico (Jatala, 1986), es enemigo natural principalmente de nematodos fitoparásitos, se ha comprobado la efectividad de este ya que parasita huevos, adultos y quistes de nematodos (FUNICA, 2009). Al igual que los autores anteriores Pantoja (1988), demostró la efectividad de este hongo parasitando el 88% de huevos *Meloidogyne exigua*.

Los hongos del género *Trichoderma* spp. se han utilizado en el control biológico de un amplio rango de patógenos de plantas (Howell, 2003), mostrando una gran efectividad en el control de nematodos, el éxito de este se debe a la alta capacidad reproductiva habilidad para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables y la fuerte agresividad, coloniza rápidamente el suelo y el sistema radicular de la planta posterior a su aplicación (Rodríguez,1990).

Por otro lado, Rodríguez-Kabana (1986), refiere que al adicionar enmiendas orgánicas a los suelos con altos contenido de nitrógeno es una alternativa de control para *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne chitwoodi* y otros nematodos fitoparásitos. Gonzales y Fernández (2003); Liu *et al.*, (1995). indican que las enmiendas orgánicas tienen un amplio espectro sobre actividad de la micro flora nativa de la rizófora y del tejido radical. El efecto de la materia orgánica sobre las poblaciones de nematodos es que los restos de algunas plantas contienen compuestos químicos tales como el amoníaco, nitrito, sulfuros de hidrógeno, ácidos orgánicos y otras sustancias químicas que se producen a partir de la materia orgánica y pueden ser directamente nematicidas (Hollis and Rodríguez-Kabana, 1996; Badra and Eligindi, 1979).

En la actualidad se carece de estudios donde se contempla el uso de enmiendas orgánicas y controladores biológicos en el manejo de nematodos fitoparásitos, algunas publicaciones hacen énfasis a la utilización de *Trichoderma* spp. diferentes rubros para el manejo de enfermedades fungosas. La utilización de *Purpureocillium lilacinum* para el manejo de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café en Nicaragua es reportada por Pantoja, (1988) y FUNICA, (2009).

Tomando en consideración la importancia del café en nuestro país, y que los nematodos fitoparásitos son plagas de gran importancia en muchos cultivos y su manejo se ha dirigido a la utilización de nematocidas sintéticos, este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la utilización de enmiendas orgánicas y controladores biológicos, sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, que contribuyan al desarrollo de una caficultura amigable con el medio ambiente.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general:

Generar información que contribuya al manejo integrado de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, mediante la utilización de enmiendas orgánicas y controladores biológicos en dos fincas cafetaleras en el departamento de Jinotega.

### 2.2. Objetivos específicos:

Determinar la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café en diferentes condiciones de manejo.

Evaluar el efecto de *Trichoderma* spp. y *Purpureocillium lilacinum* más enmiendas orgánicas en el manejo de nematodos en café, mediante la cuantificación de sus poblaciones.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en los meses de junio a noviembre 2014, en dos fincas cafetaleras ubicadas en las comunidades San Esteban y Cuyalí, pertenecientes al Departamento de Jinotega (Cuadro 1). La investigación consistió en evaluar el uso de enmiendas orgánicas y controladores biológicos en el manejo de nematodos fitoparásitos.

#### 3.2 Descripción de la zona de estudio

El departamento de Jinotega se ubica a 140 kilómetros aproximadamente de la capital, la topografía es ligeramente plana. Predomina el clima tropical húmedo, con temperaturas medias que oscilan entre 18 °C hasta 28 °C, con suelos franco, franco arcilloso hasta arcillosos, con profundidades de 0.75 a 1.50 metros de terreno fértil aptos para la agricultura, la ganadería y la actividad forestal. Con precipitaciones de 1,500 mm hasta 3,500 mm por año, el invierno se define entre los meses de mayo hasta finales del mes de febrero en las zonas más lluviosas. (INETER, 2018).

**Cuadro 1.** Área, variedades y ubicación geográficas de las fincas Linda Vista y el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014

Nombre de la finca	Comunidad	Área (ha)	Área café (ha)	Variedad	Coordenadas		Altura (msnm)
Linda Vista	San Esteban	35	14	Caturra	0617850	1461363	1010
El Jilguero	Cuyalí	5	5	Caturra	0620585	1454802	1285

### 3.3 Descripción de las fincas en estudio

#### 3.3.1 Finca Linda Vista

Esta unidad de producción está ubicada en la comunidad de San Esteban, con más de 40 años de dedicarse a la producción de café, la edad de las plantaciones oscila entre 5 a 15 años, con arreglos de siembra de 2 m entre calle y 1.5 m entre planta, estableciéndose un sistema agroforestal, incorporando diferentes especies arbóreas para sombra como guabas (*Inga* spp.), elequeme (*Erythrina* spp.), bananos (*Musáceas* spp.) y cítricos (*Citrus* spp.).

El manejo de plagas y enfermedades implementado es semi tecnificado, combinando diferentes prácticas culturales, regulación de sombra, podas sanitarias, granitos pepena, también se realizan controles químicos utilizando fungicidas, en el caso de nematodos se realizan aplicaciones de nematicidas.

**Cuadro 2.** Fertilizantes, fungicidas, herbicidas y dosis aplicadas finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014

Actividad	Productos Aplicados	Dosis	Épocas de aplicación
Manejo de enfermedades	Fungicida/ Mancuerna	1l/ha	Marzo/junio/septiembre/noviembre
Manejo de plagas	Extracto de ajo	1l/ha	Junio
Control de hierbas	Glifosato	1l/ha	Septiembre/ noviembre
Fertilización foliar	Potasio/boro/zinc	1l/ha	Marzo/junio/septiembre/noviembre
Fertilización al suelo	20-5-20	3onzas/planta	Junio/agosto/noviembre

### 3.3.2 Finca El Jilguero

Esta finca está ubicada en la comunidad de Cuyalí, tiene 20 años de dedicarse a la producción de café, la edad de estas plantaciones oscila entre 5 y 15 años con arreglos de siembra de 2 m entre calle y 1.5 m entre planta, estableciéndose un sistema agroforestal, incorporando diferentes especies arbóreas para sombra como guabas (*Inga* spp.), elequeme (*Erythrina* spp.), bananos (*Musáceas* spp.) y cítricos (*Citrus* spp.).

El manejo de plagas y enfermedades que se implementa es tradicional, combinando diferentes prácticas culturales, regulación de sombra, podas sanitarias, granitos pepena.

**Cuadro 3.** Fertilizantes, fungicidas y foliares dosis aplicada y épocas de aplicación en la finca El Jilguero, Departamento Jinotega, 2014

Actividad	Productos Aplicados	Dosis	Épocas de aplicación
Manejo enfermedades	Sulfato de cobre	1kg/ha	Marzo, junio
	Timorex	1l/ha	Agosto/ septiembre
	Basilo plus	1l/ha	Septiembre
Manejo de Plagas	No realiza	-	-
Control de hierbas	No realiza	-	-
Fertilización foliar	Boro/zinc/ Potasio	1l/ha	Mayo/junio/agosto/septiembre
Fertilización al suelo	Biogreen	1818kg/ha	Abril
	Pulpa	1818kg/ha	Marzo

### **3.4 Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fueron bloques completos al azar, arreglos bifactorial (2 x 4), con cinco repeticiones, siendo el factor uno con enmiendas orgánicas (CB) y sin enmiendas orgánicas (SB), y el factor dos los diferentes tratamientos evaluados (Cuadro 4).

El área experimental de cada parcela consistió de 1800 m<sup>2</sup> con una densidad de 800 plantas, en cada finca se establecieron dos parcelas, una con biogreen y la otra sin biogreen, en cada una se establecieron cuatro tratamientos, en cada tratamiento se seleccionaron cinco puntos de muestreos, en los cuales se tomaron 10 plantas de café, para la toma de muestras de suelo y de raíz.

### **3.5 Descripción de los tratamientos**

Se evaluaron cuatro tratamientos en las parcelas con biogreen, así como en las parcelas sin biogreen, en cada parcela se combinó enmiendas orgánicas biogreen, mas tratamientos biológicos *Trichoderma* spp., *Purpureocillium lilacinum*, Vydate®L y el testigo, en la otra parcela se aplicaron los mismos tratamientos menos enmiendas orgánicas (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Tratamientos evaluados en el control de nematodos fitoparásitos en las fincas Linda Vista y el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014

No	Tratamientos	Dosis	Metodología de aplicación	Fechas de aplicación
1	<i>Trichoderma</i> spp.	1x10 <sup>8</sup> Conidas/ml de agua	1)115.28g/área experimental 2. Diluido en 51.23 l agua 3) Utilizando 0.08ml/planta, al drench en la superficie del suelo, distancia de 0- 80 cm del tallo	1) Después del primer muestreo Julio 2014 2)15 días después de la primera aplicación 3) Dos meses después de la segunda aplicación
2	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	1x10 <sup>8</sup> Conidas/ml de agua	1)115.28g/área experimental 2) Diluido en 51.23 l agua 3) Utilizando 0.08ml/planta, drench, superficie del suelo, distancia de 0- 80 cm del tallo	1) Después del primero muestreo julio 2014 2) Dos meses después de la primera aplicación
3	Vydate®L	1l/Ha	1)25ml/ área experimental, 2) Diluido en 51.23l agua. 3) Utilizando 0.08 cc/planta, al drench, superficie del suelo, distancia de 0-80 cm del tallo	Dosis única después del primer muestreo Julio 2014
4	Testigo absoluto	Manejo del productor	No realizo aplicación	
5	Biogreen	1lb/planta	1lb/base del tallo	Dosis única después del primer muestreo julio 2014

### 3.6 Muestreos

Se realizaron dos muestreos de suelo y de raíz, el primero antes de aplicar los tratamientos junio 2014 y el segundo después de la aplicación de estos, noviembre 2014.

### 3.7 Colecta de muestras de suelo y raíz para la extracción de nematodos fitoparásitos.

En cada parcela se establecieron 4 tratamientos, en cada uno se seleccionaron 5 puntos, cada punto constaba de 10 plantas, de cada planta se tomaron muestras de suelo con la ayuda del barreno a 15 cm de profundidad y a 15 cm de distancia de la planta. Cada planta constituyó una sub-muestra, obteniendo de las 10 plantas una muestra compuesta, la cual consistía de un 1 kg de suelo (Figura 1).

Las muestras de raíz se recolectaron simultáneamente con las de suelo, estas se tomaron de los 10 árboles de café, cada muestra consistió 25 g de raíz. Tanto las muestras de suelo como las de raíz se depositaron en una bolsa de papel kraft y ésta a su vez en una bolsa plástica con el objetivo de conservar protegidas las muestras. Se etiquetaron y llevaron al laboratorio.

En cada parcela se tomaron muestras de acuerdo con el siguiente esquema (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema cinco puntos de muestreo de nematodos fitoparásitos en suelo y raíz, Departamento Jinotega, 2014.

### **3.8 Extracción de poblaciones de nematodos de suelo**

Para la extracción de nematodos de suelo, el método utilizado fue tamices más filtro de algodón (diámetro de poro 75  $\mu\text{m}$ ), (Herrera y Biljmakers, 1993).

El suelo se mezcló y homogenizó en 1l de agua, después de 20s el sobrenadante fue decantado sobre conjunto de tamices de extracción (0.425, 0.25, 0.1 y 0.045 mm diámetro del poro) en orden descendente. Este paso se repitió dos veces más, el suelo retenido en los tamices de diámetro de poro de 0.1 y 0.045 mm, se colocó en un tamíz de extracción con filtro de algodón con ayuda de una pipeta conteniendo agua, fue colocado en un plato de extracción que contiene 100 ml de agua por 24 horas después de la extracción.

Para la extracción de nematodos de raíz, el método utilizado fue licuadora más filtro de algodón (diámetro de poro 75  $\mu\text{m}$ ), (Herrera y Biljmakers, 1993). El material vegetal infestado por nematodos (raíces) se lava con agua con el propósito de eliminar suelo y otras partículas. Una vez lavadas se secan con papel toalla, se seleccionan, se cortan en trozos de aproximadamente de uno o dos cm de largo tomando 10 g de raíz. Colocado en la licuadora a la que previamente se le ha colocado 100 cc de agua y se licua por 30s. Luego se coloca en un plato de extracción que contiene 100 ml de agua por 72 horas después de la extracción.

### **3.9 Conteo de nematodos fitoparásitos**

Para el conteo de nematodos fitoparásitos, las soluciones obtenidas de las muestras de suelo y raíz se homogenizaron, obteniendo una solución de 30 ml, con ayuda de una pipeta milimetrada se tomaron 2 ml de la solución y se depositaron en una cuadrícula para luego ser observadas al microscopio compuesto. El cálculo de las poblaciones se realizó, multiplicando el número de nematodos registrados en 2 cc por 15, equivalente a cantidad de nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz, realizando un solo conteo para la obtención de las densidades poblacionales.

### **3.10 Identificación de los géneros de nematodos**

Los nematodos se identificaron directamente al microscopio, con ayuda de claves taxonómicas. Identificándose a nivel de género basados en características morfológicas, considerando tipo de cabeza, estilete, esófago, posición de la vulva (C.I.H., 1972).

### **3.11 Variables evaluadas**

Número de nematodos fitoparásitos encontrados en 200 g de suelo.

Número de nematodos fitoparásitos encontrados en 10 g de raíz.

### **3.12 Análisis de datos**

Los datos obtenidos se organizaron en tablas de MICROSOFT EXCEL (97- 2003), luego se analizaron con el programa INFOSTAT (versión libre 2016), con los datos se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), para evaluar la significancia de los tratamientos, también se realizó comparaciones de medias para los tratamientos utilizando (Tukey 0.05). Para evaluar el efecto de los tratamientos los datos de las poblaciones de nematodos obtenidas en 200 g de suelo y 10 g de raíz se totalizaron por repetición y por género en cada uno de los tratamientos. Para determinar la mayor densidad poblacional en las dos fincas se totalizaron las poblaciones de los géneros de nematodos fitoparásitos registradas en cada una de las fincas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

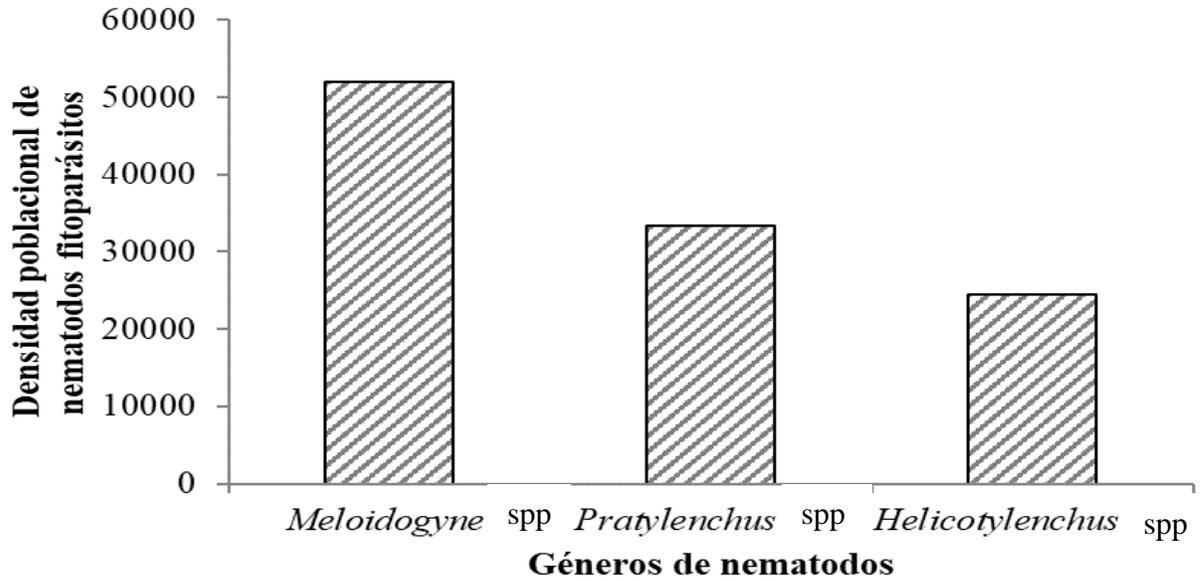
### 4.1 Densidad poblacional de los géneros de nematodos fitoparásitos en fincas cafetaleras

Los géneros de nematodos registrados en este estudio fueron *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Tylenchus* sp., *Criconemoides* spp. y *Paratylenchus* spp. los cuales de acuerdo a lo reportado con la literatura están asociados al cultivo del café (Herrera *et al.* 2011; Hernández *et al.* 2014; Gadea *et al.* 2014; Balmaceda y Cruz, 1998), Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Rosales y García, (1991). y Herrera *et al.*, (1995). quienes indican que los géneros *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. se encuentran asociados al cultivo de café en Nicaragua.

Tomando en consideración que las mayores poblaciones registradas en ambas fincas fueron *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp., en este estudio se consideró únicamente a estos tres géneros.

### 4.2. Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café

Resultados de este estudio revelan la presencia de los géneros *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. con 51,980, 33,395 y 24,446 nematodos respectivamente (Figura 2). Estos resultados coinciden con los reportados por Herrera y (1995). Herrera *et al.*, (2011), indicando que los géneros de mayor importancia en fincas cafetaleras de Nicaragua son *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. Este mismo autor también plantea que las poblaciones del género *Meloidogyne* spp. fueron superiores a las poblaciones de *Pratylenchus* spp., como ocurrió en este estudio. Así mismo (Anzueto, 1993; Villain *et al.*, 2002). reportan afectación de estos mismos géneros en todas las áreas donde se siembra café. Un factor que pudiera estar influenciando en la presencia de estos géneros es la variedad establecidas en las fincas en estudio como es el caso de la variedad caturra, la cual es reportada como susceptibles al ataque nematodos (Bertrand *et al.*, 2000).



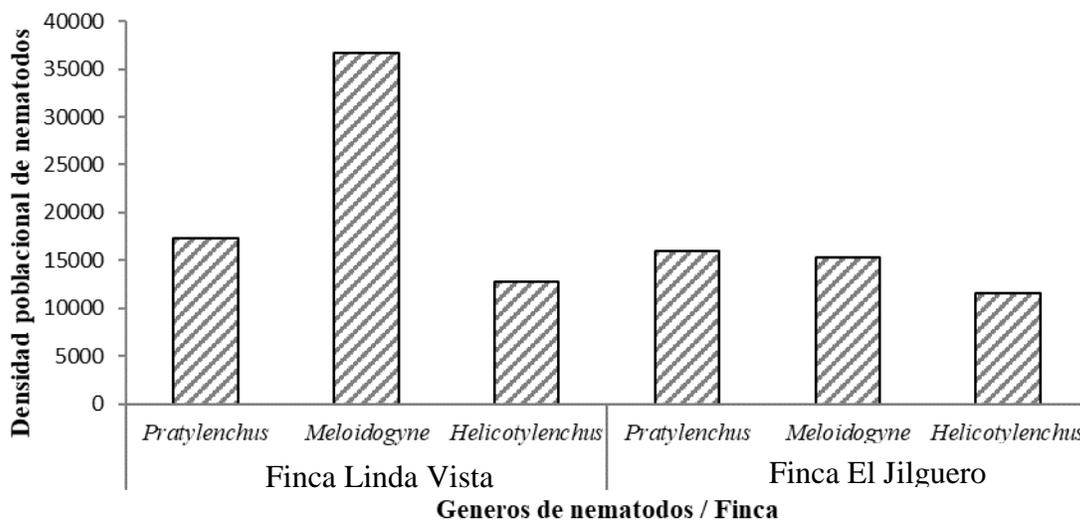
**Figura 2.** Densidad poblacional de géneros de nematodos fitoparásitos en la finca Linda Vista y el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014.

#### 4.3 Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos por finca

La finca Linda Vista presentó las mayores poblaciones de nematodos fitoparásitos en las muestras de suelo y raíz, siendo el género *Meloidogyne* spp. el que presentó la mayor población con 3,668 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz. *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp., registraron poblaciones similares entre sí. En la finca el Jilguero *Pratylenchus* spp. fue el que presentó la mayor población con 1,603 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz, y los demás géneros presentaron poblaciones similares entre sí (Figura 3).

Resultados de estudios indican que las plantaciones de café en Nicaragua son severamente atacadas por el género *Meloidogyne* spp. (Herrera *et al.*, 2011; Escobar, 2008; Castillo y Hernández, 2005). Así mismo García y Pantoja, (1990) y Rosales (1995), afirman que la incidencia de nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. es alta en plantaciones de café siendo predominante el género *Meloidogyne* spp.

Es importante mencionar que a pesar que los géneros reportados *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. exhiben hábitos alimenticios diferentes y que ambos están asociados estrechamente al cultivo del café, Herrera *et al.*, (2011), menciona que la incidencia y densidades poblacionales de ambos géneros estarán determinadas por las condiciones ambientales que les rodean. En este sentido, probablemente las diferencias en las densidades poblacionales de ambos géneros en las fincas el Jilguero y Linda Vista están influenciadas por el manejo agronómico, siendo uno de los principales aspectos a considerar, la sombra. Resultados obtenidos por Balmaceda y Cruz, (1998). en el cultivo de café, indican que las poblaciones de *Meloidogyne* spp. se presentan en ambientes más soleados y por el contrario las poblaciones de *Pratylenchus* spp. en condiciones con mayor sombra. En nuestro estudio la finca Linda Vista se caracteriza por tener un porcentaje de sombra baja (40%) mientras que el Jilguero presenta sombra alta (70%) probablemente dichas condiciones estén influenciando las densidades poblacionales de ambos géneros. Un aspecto muy importante a considerar en nuestro estudio es la presencia de *Helicotylenchus* spp. cuya presencia está asociada a la sombra utilizada en café como es el caso de cítricos y musáceas.



**Figura 3.** Densidades poblacionales de los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en la finca Linda Vista y el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014.

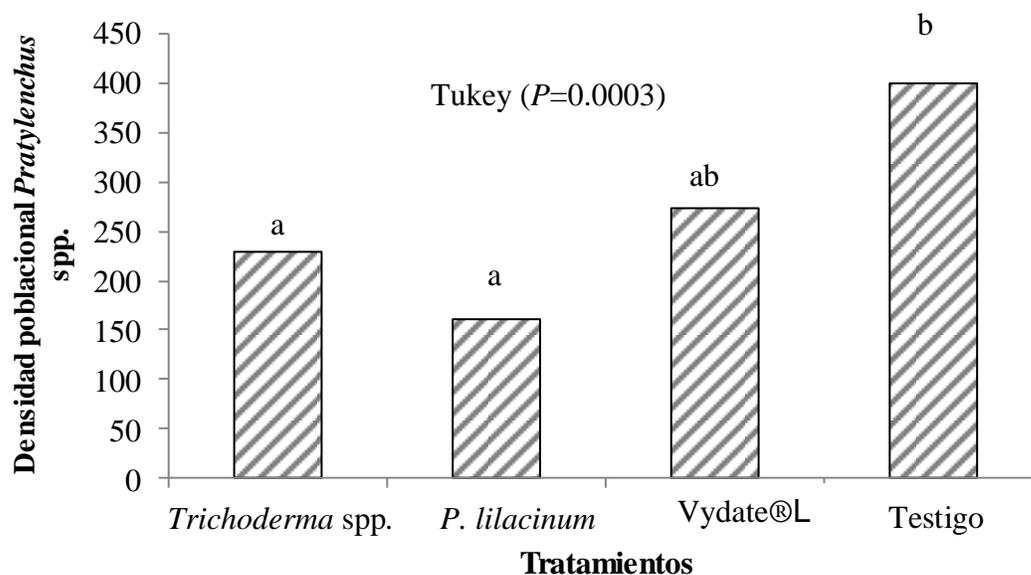
#### **4.4 Efectos de los tratamientos biológicos en la parcela con biogreen sobre las densidades poblaciones de nematodos fitoparásitos en 200 g de suelo y 10 g de raíz**

##### **4.4.1 Finca Linda Vista**

###### **4.4.1.1 *Pratylenchus* spp. en suelo y raíz**

Hubo diferencias significativas entre los tratamientos *Trichoderma* spp. y *Purpureocillium lilacinum* ( $P = 0.0026$ ), para el género *Pratylenchus* spp. El tratamiento *P. lilacinum* fue el que presentó la menor población de nematodos fitoparásitos con 162 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz, cabe mencionar que los tratamientos *Trichoderma* spp. y Vydate®L presentaron poblaciones similares con 230 y 274 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz respectivamente, siendo el testigo el que presentó las más altas poblaciones de nematodos fitoparásitos con 400 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz (Figura 4). Los resultados de este estudio indican la presencia de este género en las plantaciones de café, coincidiendo con lo reportado por Nelson, (1978). donde manifiesta que la presencia de este género está determinada por su entorno, un componente importante a considerar en la supervivencia de *Pratylenchus* spp. Para este caso el tratamiento que mostró un mejor control para el género *Pratylenchus* spp. fue *P. lilacinum* reduciendo las poblaciones de nematodos fitoparásitos en un 41%. *P. lilacinum*, es considerado un hongo que parasita huevos, adultos y quistes de nematodos, también puede afectar nematodos móviles que están fuera de las raíces, de modo que puede infectar cualquiera de estos estadios del nematodo, causándoles la muerte o evitando que el nematodo complete su ciclo de vida, disminuyendo de esa manera las poblaciones en el campo (Luangsa-Ard *et al.* 2011). *P. lilacinum* es también patógeno de insectos, pero su mayor relevancia es como patógeno de fito nematodos, ya que causa una tasa de mortalidad alta de estos organismos, reduciendo sus poblaciones en los cultivos (FUNICA, 2009; Vergara Guzmán y Leguizamón, 2012).

Por otro lado, cabe mencionar, que a pesar que las poblaciones de este género fueron estadísticamente similares en los tratamientos *Trichoderma* spp. y vydate® L es importante resaltar que las poblaciones de *Pratylenchus* spp. fueron ligeramente más bajas cuando se aplicó *Trichoderma* spp., demostrando el efecto que tiene este controlador biológico en la reducción de las poblaciones de este género (Olabiyi, 2013).

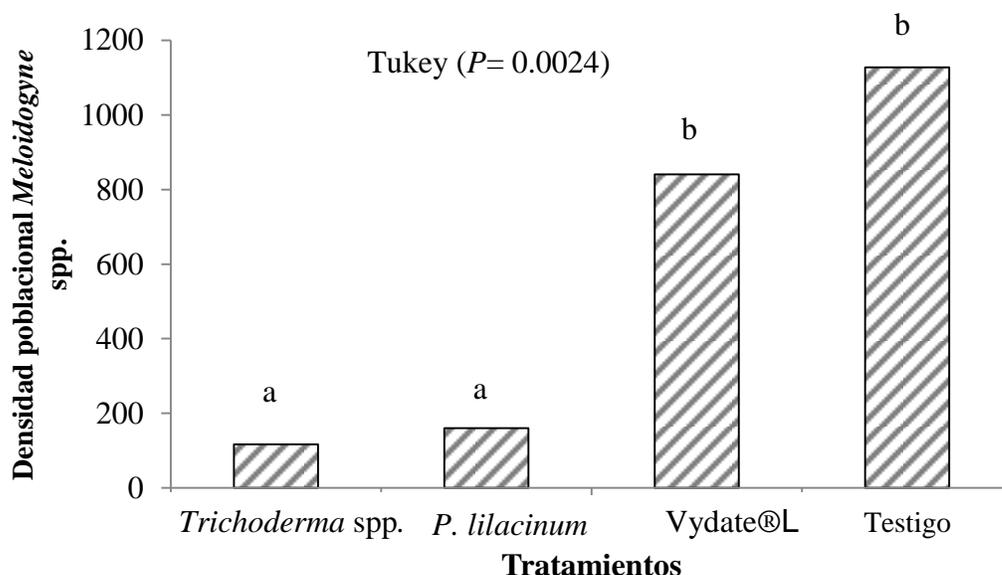


**Figura 4.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Pratylenchus* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca el Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014.

#### 4.4.1.2 *Meloidogyne* spp. en suelo y raíz

Para el género *Meloidogyne* spp. se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos *Trichoderma* spp. y *P. lilacinum* ( $P = 0.0003$ ). El tratamiento *Trichoderma* spp. fue el que presentó menor número de nematodos del género de *Meloidogyne* spp. con 117 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz, seguido por el tratamiento *P. lilacinum* con 160 nematodos en 200g de suelo y 10g de raíz; siendo el vydate®L y el testigo los que presentaron la mayor población de nematodos fitoparásitos con 841 y 1128 nematodos en 200g de suelo y 10g de raíz respectivamente (Figura 5). Los resultados de este estudio indican la efectividad que tiene *Trichoderma* spp. en la reducción de las poblaciones de este género, es importante recalcar que también *P. lilacinum*, mostró poblaciones bajas, coincidiendo estos resultados con los reportados por Ferreira *et al.*, (2008). quien demostró en ensayos de laboratorio que los aislamientos de *Trichoderma* sp. redujeron las poblaciones de *Meloidogyne exigua* parasitando un 53% de los huevos.

Así mismo Madail (2008). reporta que los tratamientos *in vitro* realizados con aislamiento de *Trichoderma* sp. parasitaron huevos de *Meloidogyne javanica*. Resultados obtenidos en este caso *Trichoderma* spp. y *Purpureocillium lilacinum* redujeron en un 13% y 19% las poblaciones de *Meloidogyne* spp. respectivamente con respecto al testigo.



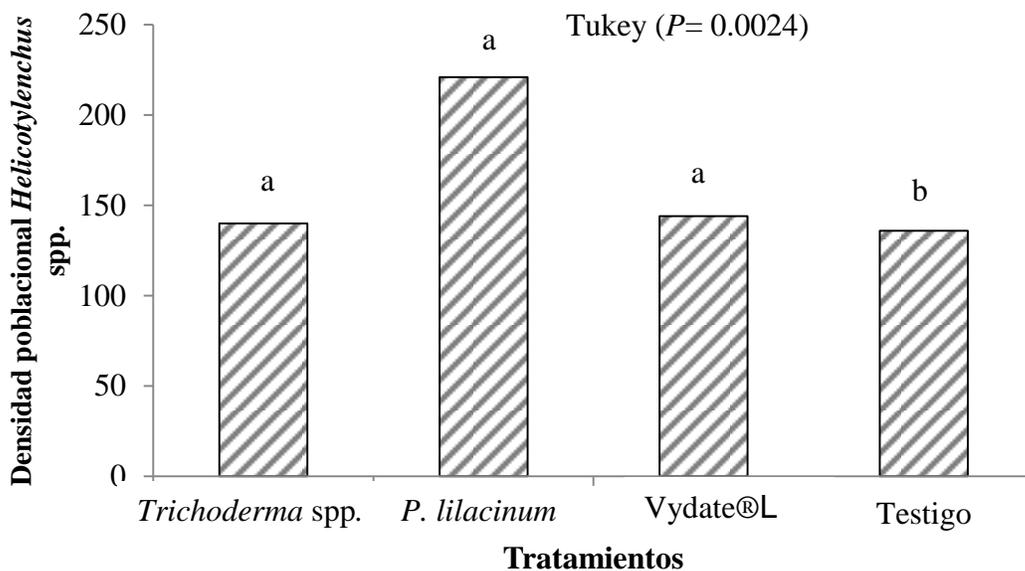
**Figura 5.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Meloidogyne* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, Finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014.

#### 4.4.1.3 *Helicotylenchus* spp. en suelo y raíz

Los tratamientos evaluados mostraron un efecto sobre las poblaciones de *Helicotylenchus* spp. con diferencias significativas en los tratamientos testigo y *Trichoderma* spp. ( $P = 0.0024$ ). Los tratamientos testigo, *Trichoderma* spp. y Vydate®L presentaron poblaciones de nematodos del género de *Helicotylenchus* spp. similares entre sí con 136, 140 y 144 nematodos en 200 g suelo y 10 g raíz respectivamente, siendo el tratamiento *P. lilacinum* el que registro las más altas poblaciones de nematodos fitoparásitos con 221 nematodos en 200 g suelo y 10 g raíz (Figura 6).

Los resultados de este estudio coinciden con los reportados por Máscia (2017). donde manifiesta que evaluando el efecto de *Trichoderma* spp. sobre *Helicotylenchus* spp. en el cultivo de banano, redujo las poblaciones de este género.

Para el caso de este estudio en los tratamientos testigo, *Trichoderma* spp. y Vydate®L se presentaron las más bajas poblaciones de *Helicotylenchus* spp. con respecto al tratamiento *Purpureocillium lilacinum* que mostró las más altas poblaciones. Los resultados de este estudio coinciden con los encontrados por González *et al.* (2007) quienes afirman que la aplicación de *P. lilacinum* cepa B, mostró una tendencia creciente de la población de *Helicotylenchus* spp. principalmente y con aumento continuo de individuos de este género durante 6 meses después del tratamiento. También observaron con la aplicación de *P. lilacinum* cepa A, mostró una tendencia creciente de la población de *R. similis* desde la primera aplicación y hasta la culminación del experimento. Hasta la fecha en nuestro país no se dispone de información sobre el efecto de controladores biológicos sobre *Helicotylenchus* spp. por lo que se requieren estudios para evaluar la efectividad de estos organismos sobre las poblaciones de este género.



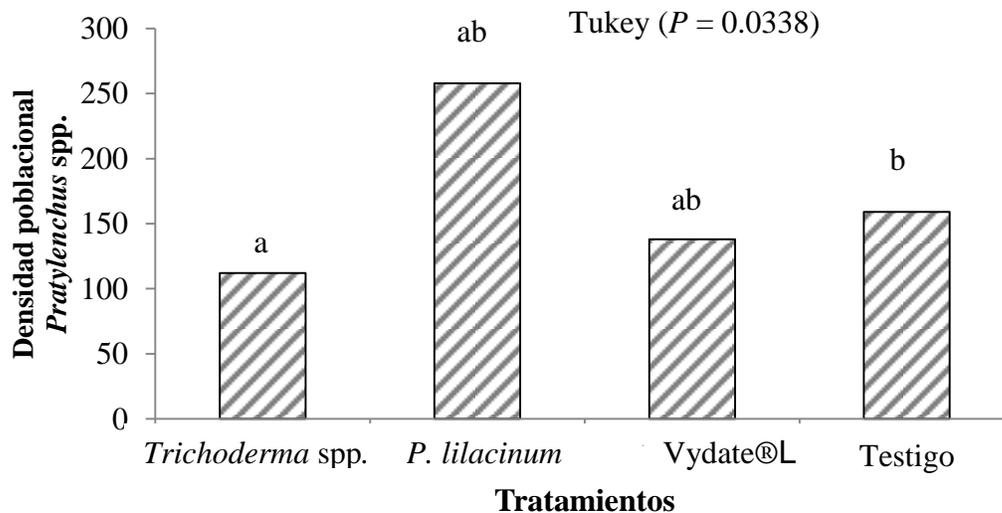
**Figura 6.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Helicotylenchus* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014.

## **4.5 Efectos de los tratamientos biológicos en la parcela sin biogreen sobre las densidades poblaciones de nematodos fitoparásitos en 200 g de suelo y 10 g de raíz**

### **4.5.1 Finca Linda vista**

#### **4.5.1.1 *Pratylenchus* spp. en suelo y raíz**

Hubo diferencias significativas en los tratamientos *Trichoderma* spp. y Vydate®L ( $P = 0.0338$ ). encontrando poblaciones de nematodos fitoparásitos similares en los tratamientos *Trichoderma* spp., Vydate®L y testigo con 112, 138 y 159 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz respectivamente. El tratamiento *P. lilacinum*, presentó la mayor población con 258 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz (Figura 7). En este estudio los tratamientos que mostraron mejores resultados en el control del género *Pratylenchus* spp. fueron *Trichoderma* spp. y Vydate®L reduciendo las poblaciones de nematodos fitoparásitos en un 74% y 87% respectivamente. Los resultados encontrados para este género, indican la efectividad de *Trichoderma* spp. y no así la de *P. lilacinum*, este resultado difiere de lo reportado por Luangsa-Ard *et al.* (2011) quien refiere la efectividad de este hongo sobre los nematodos fitoparásitos. Los resultados reportados en este estudio, pudieran sugerir comportamiento diferente de este hongo en el manejo de *Pratylenchus* spp., es necesario ahondar con más detalle sobre la naturaleza de este controlador biológico tomando base el manejo de la finca. Dube y Smart, (1987); Giraldo *et al.* (1998); Walters y Barrer (1994) y Pantoja, (1988)), así mismo Inomoto (2008), indica que la interacción café– *Pratylenchus* spp, es sorprendente, especialmente en sistemas de producción intensivo. El control biológico podría jugar un papel importante al reducir poblaciones de nematodos fitoparásitos. Hasta la fecha, el control biológico de los nematodos fitoparásitos no ha sido ampliamente utilizado en el cultivo de café, por lo que se requiere evaluar organismos antagonistas de nematodos para el control de *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp.

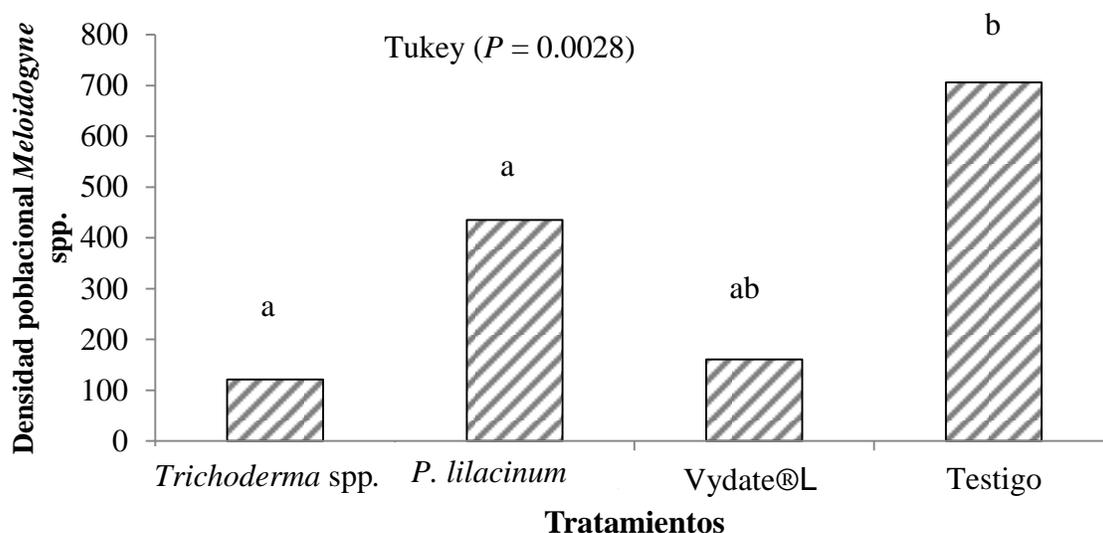


**Figura 7.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Pratylenchus* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014.

#### 4.5.1.2 *Meloidogyne* spp. en suelo y raíz

Los tratamientos *Trichoderma* spp. y Vydate®L mostraron diferencias significativas ( $P = 0.0028$ ), reportando resultados similares entre sí con 121 y 160 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz respectivamente, siendo el tratamiento testigo donde se encontraron las más altas poblaciones con 706 nemátodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz (Figura 8). Según Ferreira *et al.*, (2008), reporta que el tratamiento *Trichoderma* spp. es efectivo en el control de nematodos fitoparásitos reportando que aislados de *Trichoderma* spp. fueron eficaces en el control de *Meloidogyne exigua* parasitando el 53.33% de los huevos. Madail (2008), indica que todos los tratamientos *in vitro* realizados con aislamiento de *Trichoderma* spp. parasitaron huevos de *Meloidogyne javanica*. Los resultados de este estudio indican la efectividad que tiene *Trichoderma* spp. en la reducción de las poblaciones de este género ya que redujeron las poblaciones hasta un 17%, seguido del Vydate®L con 22% con respecto al testigo. El tratamiento testigo y *P. lilacinum* registraron las poblaciones más altas de este género.

Reportes del efecto de *P. lilacinum* sobre las poblaciones de *Meloidogyne* spp., indican la efectividad en la reducción de sus poblaciones Dube y Smart, (1987); Giraldo *et al.* (1998); Walters y Barrer (1994) y Pantoja, (1988) Al igual que *Pratylenchus* spp. que reporta poblaciones altas con *P. lilacinum*, para esta misma finca. Considerando estos resultados se requieren estudios más detallados que indiquen los mecanismos de acción de *P. lilacinum* bajo diferentes sistemas de manejo del cultivo de café.

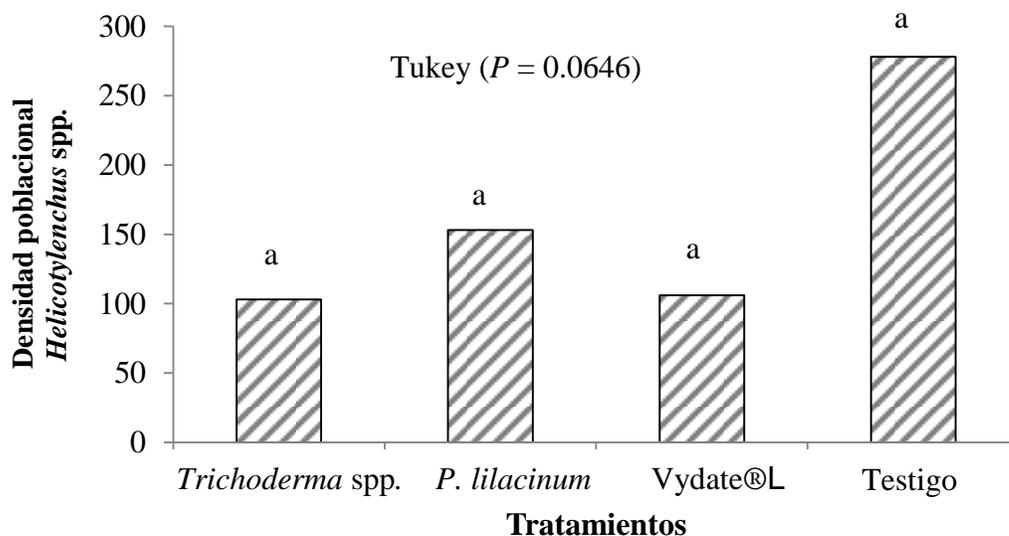


**Figura 8.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Meloidogyne* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, Finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014.

#### 4.5.1.3 *Helicotylenchus* spp. en suelo y raíz

Hubo diferencias significativas en los tratamientos *Trichoderma* spp. y Vydate®L ( $P = 0.0646$ ), para las poblaciones de nematodos fitoparásitos del género *Helicotylenchus* spp. En los tratamientos *Trichoderma* spp. y Vydate®L se encontraron poblaciones de nematodos fitoparásitos similares entre sí con 103 y 106 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz respectivamente, al igual los tratamientos *P. lilacinum* y testigo mostraron poblaciones similares con 153 y 173 nematodos en 200g de suelo y 10g de raíz respectivamente (Figura 9).

Los resultados de este estudio indican que *Trichoderma* spp. ejerce control sobre las poblaciones de nemátodos fitoparásitos, coincidiendo con lo expresado por Máscia (2017), quien manifiesta la efectividad de *Trichoderma harzianum* sobre *Helicotylenchus* sp. en el cultivo de banano, reduciendo las poblaciones de este género. Para el caso de este estudio las poblaciones de este género fueron reducidas en un 37 y 38% las poblaciones de *Helicotylenchus* spp. con *Trichoderma* spp. y *P. lilacinum* respectivamente, indicando la efectividad de este producto. Los resultados de este estudio coinciden con los encontrados por González *et al.* (2007) quienes afirman que la aplicación de *P. lilacinum* cepa B mostró una tendencia creciente de la población de *Helicotylenchus* spp. principalmente y con aumento continuo de individuos de este género durante 6 meses después del tratamiento. También observaron con la aplicación de *P. lilacinum* cepa A mostró una tendencia creciente de la población de *R. similis* desde la primera aplicación y hasta la culminación del experimento. Hasta la fecha en nuestro país no se dispone de información sobre el efecto de controladores biológicos sobre *Helicotylenchus* spp. por lo que se requieren estudios para evaluar la efectividad de estos organismos sobre las poblaciones de este género.



**Figura 9.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Helicotylenchus* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, Finca Linda Vista, Departamento Jinotega, 2014.

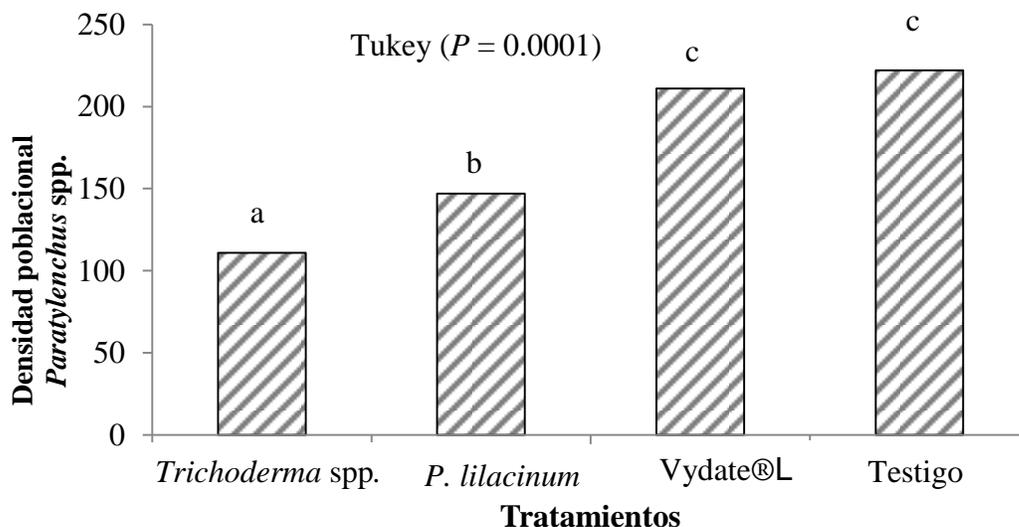
## **4.6 Efectos de los tratamientos biológicos en la parcela con biogreen sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos en 200 g de suelo y 10 g de raíz.**

### **4.6.1 Finca El Jilguero**

#### **4.6.1.1 *Pratylenchus* spp. en suelo y raíz**

Los tratamientos *Trichoderma* spp. y *P. lilacinum* mostraron diferencias significativas ( $P = 0.0001$ ). El tratamiento *Trichoderma* spp. fue el que presentó los mejores resultados sobre el control de las poblaciones de nematodos del género *Pratylenchus* spp. con 111 nematodos en 200 g suelo y 10 g de raíz, seguido del tratamiento *P. lilacinum* que presentó 147 nematodos en 200 g suelo y 10 g raíz, los tratamientos Vydate®L y testigo mostraron resultados similares con 211 y 222 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz respectivamente, presentando las más altas poblaciones (Figura 10). Nelson, (1978), indica la presencia de este género en las plantaciones de café, donde manifiesta que la presencia de este género está determinada por su entorno, un componente importante a considerar en la supervivencia de *Pratylenchus* spp. coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio. En este caso, el tratamiento que mostró un mejor control para el género *Pratylenchus* spp. fue *Trichoderma* spp. reduciendo las poblaciones de nematodos fitoparásitos en un 50%. es considerado un hongo que parasita huevos, adultos y quistes de nematodos, también puede afectar nematodos móviles que están fuera de las raíces, de modo que puede infectar cualquiera de estos estadios del nematodo, causándoles la muerte o evitando que el nematodo complete su ciclo de vida, disminuyendo de esa manera las poblaciones en el campo (Luangsa-Ard *et al.* 2011). También *P. lilacinum* mostró un efecto en la reducción de nematodos fitoparásitos ya que es considerado patógeno de insectos, pero su mayor relevancia es como patógeno de fito nematodos, ya que causa una tasa de mortalidad alta de estos organismos, reduciendo sus poblaciones en los cultivos (FUNICA, 2009; Vergara, Guzmán y Leguizamón, 2012).

Cabe mencionar, que aunque las poblaciones de este género fueron estadísticamente similares con los tratamientos *Trichoderma* spp. y *P. lilacinum*, es importante resaltar que las poblaciones de *Pratylenchus* spp. fueron ligeramente más bajas cuando se aplicó *Trichoderma* spp., demostrando el efecto que tiene este controlador biológico en la reducción de las poblaciones de este género (Olabiyi, 2013).

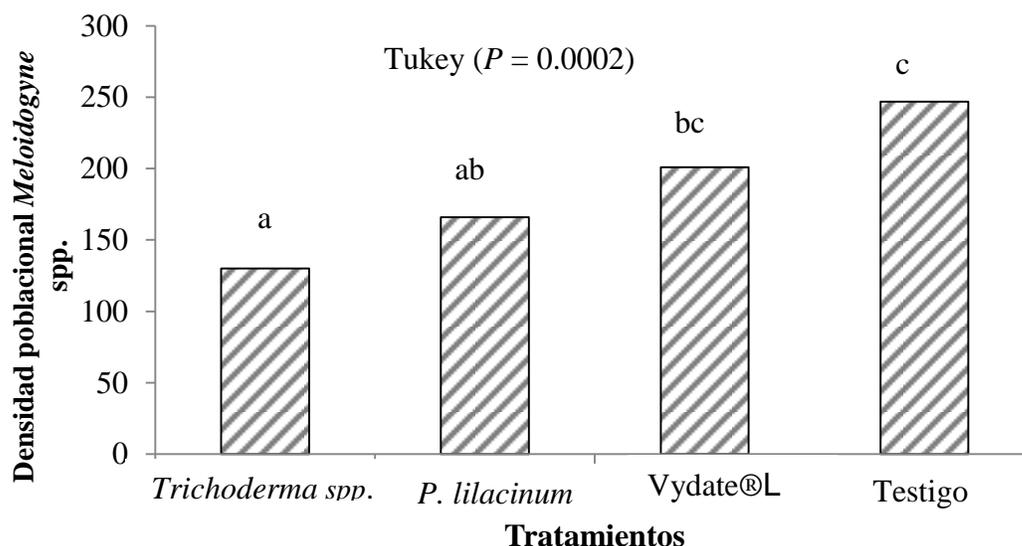


**Figura 10.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Paratylenchus* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca El Jilguero, Departamento Jinotega, 2014.

#### 4.4.1.2 *Meloidogyne* spp. en suelo y raíz

En la parcela donde se aplicó biogreen, en los tratamientos *Trichoderma* spp. y *P.lilacinum* ( $P = 0.0002$ ), hubo diferencias significativas. El tratamiento *Trichoderma* spp. presentó baja poblaciones de nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne* spp. con 130 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz, seguido del tratamiento *P. lilacinum* que mostro una población de 166 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz, el tratamiento Vydate®L reportó una población de 201 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz, es baja en comparación al testigo ya que presentó las más altas poblaciones con 247 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz (Figura 11). Estos resultados coinciden con los reportados por Ferreira *et al.*, (2008). donde manifiesta que *Trichoderma* spp. en el control de nematodos fitoparásitos en aislamientos que realizó con *Trichoderma* spp. fue eficaz en el control de *Meloidogyne exigua* parasitando el 53.33% de los huevos de nematodos.

Madail (2008). reporta que todos los tratamientos *in vitro* realizados con aislamiento de *Trichoderma* spp. parasitaron huevos de *Meloidogyne javanica*. En este estudio el tratamiento que mostro los mejores resultados fue *Trichoderma* spp. reduciendo las poblaciones de nematodos fitoparásitos en un 53%.



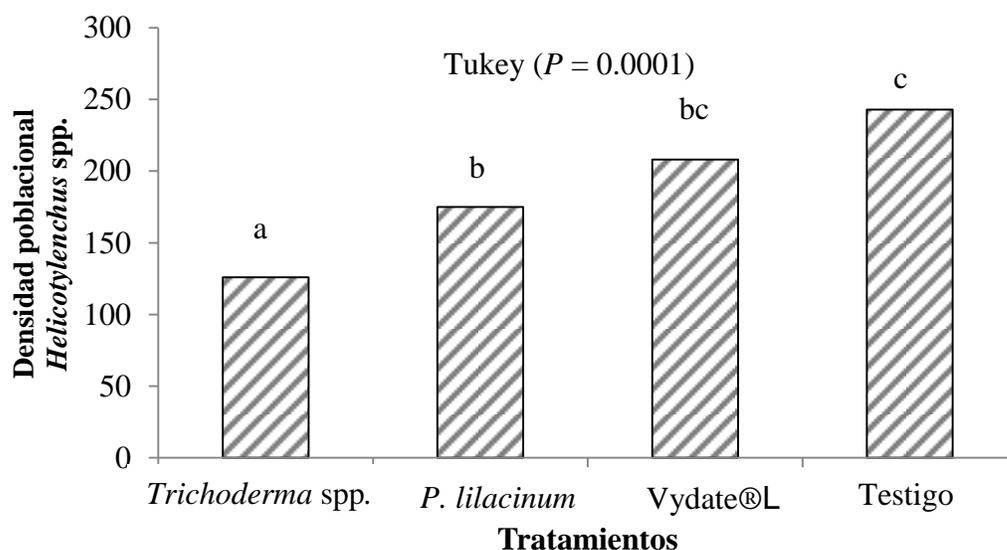
**Figura 11.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Meloidogyne* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca El Jilguero, Departamento Jinotega, 2014.

#### 4.4.1.3 *Helicotylenchus* spp. en suelo y raíz

Hubo diferencias significativas en los tratamientos *Trichoderma* spp. y *P. lilacinum* ( $P = 0.0001$ ), presentando el tratamiento *Trichoderma* spp. la menor población con 126 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz, seguido del tratamiento *P. lilacinum* con 175 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz, en el tratamiento Vydate®L mostró un aumento en la población de 208 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz siendo el testigo el que reportó la mayor población con 243 nematodos de 200 g de suelo y 10 g de raíz (Figura 12). Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los reportados por Máscia (2017). donde manifiesta que en evaluaciones de *Trichoderma harzianum* sobre *Helicotylenchus* spp. en el cultivo de banano, redujeron las poblaciones de este género.

Para el caso de este estudio *Trichoderma* spp. redujo en un 52 y 60% las poblaciones de *Helicotylenchus* spp. con respecto al testigo y Vydate®L respectivamente, indicando la efectividad de este producto.

Los resultados de este estudio coinciden con los encontrados por González *et al.* (2007) quienes afirman que la aplicación de *P. lilacinum* Cepa B, mostró una tendencia creciente de la población de *Helicotylenchus* spp. principalmente y con aumento continuo de individuos de este género durante 6 meses después del tratamiento. También observaron con la aplicación de *P. lilacinum* Cepa A mostró una tendencia creciente de la población de *R. similis* desde la primera aplicación y hasta la culminación del experimento. Hasta la fecha en nuestro país no se dispone de información sobre el efecto de controladores biológicos sobre *Helicotylenchus* spp. por lo que se requieren estudios para evaluar la efectividad de estos organismos sobre las poblaciones de este género.



**Figura 12.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Helicotylenchus* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca el Jilguero, Departamento Jinotega, 2014.

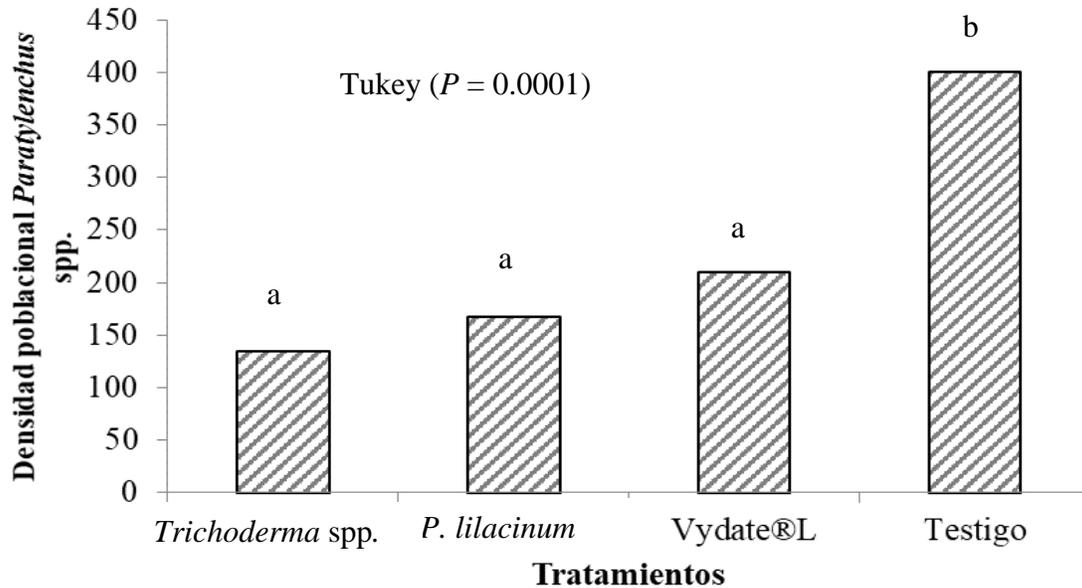
## **4.5 Efectos de los tratamientos biológicos en la parcela sin biogreen sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos en 200 g de suelo y 10 g de raíz**

### **4.5.1 Finca El Jilguero**

#### **4.5.1.1 *Pratylenchus* spp. en suelo y raíz**

En los tratamientos *Trichoderma* spp. y *P. lilacinum* ( $P = 0.0001$ ), hubo diferencias significativas, siendo similares los resultados de estos dos tratamientos *Trichoderma* spp. presentó 135 nematodos en 200g de suelo y 10g de raíz, y *P. lilacinum* presentó 167 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz. El tratamiento que presentó las mayores poblaciones fue el testigo con 400 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz. (Figura 13) Nelson, (1978), indica la presencia de este género en las plantaciones de café, donde manifiesta que la presencia de este género está determinada por su entorno, un componente importante a considerar en la supervivencia de *Pratylenchus* spp. coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio. En este caso el tratamiento que mostró un mejor control para el género *Pratylenchus* spp. fue *Trichoderma* spp. reduciendo las poblaciones de nematodos fitoparásitos en un 34%. Es considerado un hongo que parasita huevos, adultos y quistes de nematodos, también puede afectar nematodos móviles que están fuera de las raíces, de modo que puede infectar cualquiera de estos estadios del nematodo, causándoles la muerte o evitando que el nematodo complete su ciclo de vida, disminuyendo de esa manera las poblaciones en el campo (Luangsa-Ard *et al.* 2011). Así mismo *P. lilacinum* mostró un efecto en la reducción de nematodos fitoparásitos ya que es considerado patógeno de insectos, pero su mayor relevancia es como patógeno de fito nematodos, ya que causa una tasa de mortalidad alta de estos organismos, reduciendo sus poblaciones en los cultivos (FUNICA, 2009; Vergara, Guzmán y Leguizamón, 2012).

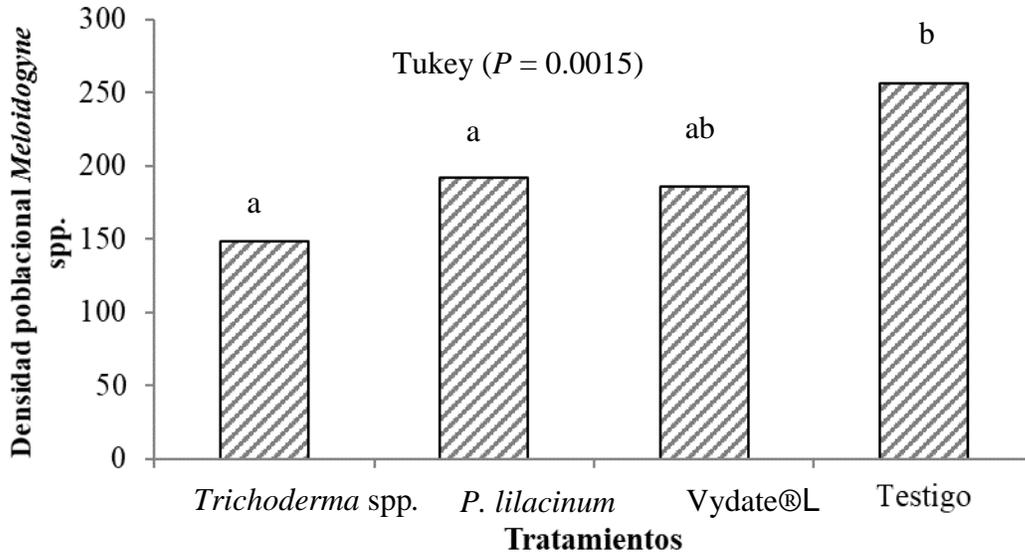
Cabe mencionar, que aunque las poblaciones de este género fueron estadísticamente similares con los tratamientos *Trichoderma* spp. y *P. lilacinum*, es importante resaltar que las poblaciones de *Pratylenchus* spp. fueron ligeramente más bajas cuando se aplicó *Trichoderma* spp., demostrando el efecto que tiene este controlador biológico en la reducción de las poblaciones del género *Pratylenchus* spp. (Olabiyi, 2013).



**Figura 13.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Pratylenchus* spp. en 200g de suelo y 10g de raíz, finca El Jilguero, Departamento Jinotega, 2014.

#### 4.5.1.2 *Meloidogyne* spp. en suelo y raíz

En los tratamientos *Trichoderma* spp. y Vydate®L hubo diferencias significativas ( $P = 0.0015$ ). El tratamiento *Trichoderma* spp. presentó las más bajas poblaciones con 148 nematodos en 200g de suelo y 10g de raíz, los tratamientos Vydate®L y *P. lilacinum* presentaron poblaciones similares con 186 y 192 nematodos en 200g de suelo y 10g de raíz, siendo el tratamiento testigo el que presentó la mayor población con 256 nematodos en 200g de suelo y 10g de raíz (Figura 14). Los resultados de este estudio nos indica que el tratamiento que ejerció un mejor efecto es *Trichoderma* spp. reduciendo las poblaciones de nematodos fitoparásitos en un 58%, coincidiendo esto resultados con los obtenidos por Ferreira *et al.*, (2008). reporta que en aislamientos que realizó con *Trichoderma* sp. fue eficaz en el control de *M. exigua* parasitando el 53.33% de los huevos de este nematodo. Así mismo Madail (2008), reporta que todos los tratamientos *in vitro* realizados con aislamiento de *Trichoderma* spp. parasitaron huevos de *Meloidogyne Javanica*.

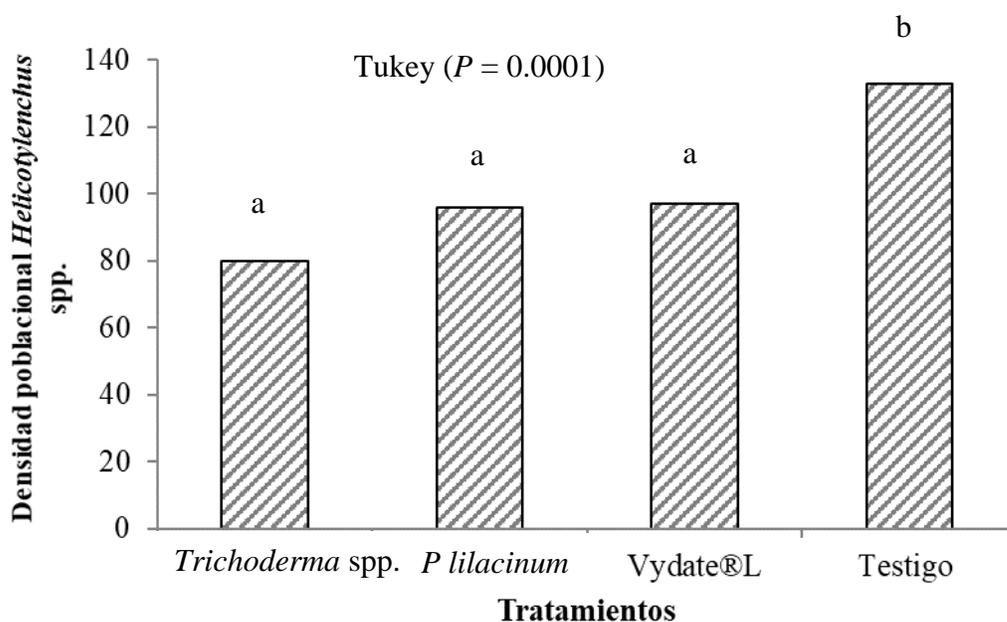


**Figura 14.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las poblaciones del género *Meloidogyne* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca El Jilguero, Departamento Jinotega 2014.

#### 4.5.1.3 *Helicotylenchus* spp. en suelo y raíz

Los tratamientos *Trichoderma* spp. y *P. lilacinum* mostraron diferencias significativas ( $P = 0.0001$ ). Las poblaciones fueron similares para los tratamientos *Trichoderma* spp., *P. lilacinum* y Vydate®L con 80, 96 y 97 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz respectivamente, siendo el testigo el que presentó la mayor población con 133 nematodos en 200 g de suelo y 10 g de raíz (Figura 14). Los resultados de este estudio demuestran que el tratamiento *Trichoderma* spp. mostró mejor resultados en el control de nematodos fitoparásitos, coincidiendo con lo expresado por Máscia (2017), que indica que evaluando el efecto de *Trichoderma harzianum* sobre *Helicotylenchus* spp. en el cultivo de banano, redujo las poblaciones de este género. Para el caso de nuestro estudio *Trichoderma* spp. redujo en un 60% las poblaciones de *Helicotylenchus* spp. con respecto al testigo y Vydate®L, indicando la efectividad de este producto. Así mismo Hernández *et al.*, (2014). indica que la importancia de *Trichoderma* spp. como controlador biológico radica en la competencia por nutrientes y espacio el micoparasitismo y la antibiosis, la relación antagonista patogénica y las condiciones ambientales, lo que lo hace altamente efectivo en el control de patógenos.

Los resultados de este estudio coinciden con los encontrados por González *et al.* (2007) quienes afirman que la aplicación de *P. lilacinum* Cepa B, mostró una tendencia creciente de la población de *Helicotylenchus* spp. principalmente y con aumento continuo de individuos de este género durante 6 meses después del tratamiento. También observaron con la aplicación de *P. lilacinum* Cepa A mosrtó una tendencia creciente de la población de *R. similis* desde la primera aplicación y hasta la culminación del experimento. Hasta la fecha en nuestro país no se dispone de información sobre el efecto de controladores biológicos sobre *Helicotylenchus* spp. por lo que se requieren estudios para evaluar la efectividad de estos organismos sobre las poblaciones de este género.



**Figura 15.** Efectos de tratamientos evaluados sobre las densidades poblacionales del género *Helicotylenchus* spp. en 200 g de suelo y 10 g de raíz, finca el Jilguero, Departamento, Jinotega, 2014.

## V. CONCLUSIONES

*Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. fueron los géneros que presentaron las densidades poblacionales más altas en ambas fincas, siendo el género *Meloidogyne* spp. el que presentó las mayores densidades poblacionales.

El tratamiento *Trichoderma* spp., fue el que redujo las poblaciones de los géneros *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. en ambas fincas estudiadas. El tratamiento *Purpureocillium lilacinum* fue efectivo en la reducción de poblaciones de nematodos en la finca el Jilguero, sin embargo, no mostró efecto sobre las poblaciones de *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. en la finca Linda Vista.

## VI. LITERATURA CITADA

- Acosta, O. 1990. Nematodos del cafeto. En: informe final del resultado 14. Tecnología integral del cafeto. ACC. (Ciudad de la Habana.).
- Anzueto, F. 1993. Etude de la resistance du cafier a *Meloidogyne* sp. Et *Pratylenchus* PhD. Thesis. Ecole Nationale superioure Agronomique de Rennes, France. 123p.
- Anzueto, F; Molina, A; Figueroa, P; Martínez, A. 2000. Situaciones de los nematodos del café en Guatemala. In Memoria. Taller mejoramiento sostenible del café arábica por los recursos genéticos, asistidos por los marcadores moleculares, con énfasis en la resistencia de nematodos. F Anthony y Rodriguez eds, CATIE/IRD, San Jose, pp. 109-144.
- Badra, T. and Eligindi, D.M. 1979. The relationship between phenolic content and *Tylenchus semipenetrans* populations in nitrogen amended citrus plants. *Revue de Nematologie* 2: 161 – 164p.
- Balmaceda, R. M; Cruz, S. S. A. 1998. Comportamiento De nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café, Masatepe, Masaya. Trabajo de diploma para optar al título de licenciado en ecología y recursos Naturales. Facultad de ciencias Agropecuarias Carrera de Agroecología y Recurso Naturales. Universidad Centroamericana. Managua- Nicaragua.
- Bertrand, B; Núñez, C; Sarah, J. 2000. Disease complex in coffee involving *Meloidogyne arabicida* and *Fusarium oxysporum*. *Plant Pathology* (2000) 49:383-388.
- BCN (Banco Central de Nicaragua), 2017. Estadísticas Económicas Anuales BCN. Analices del sector económico rubro Café. Rubro café ciclo 2017 – 2018 en la zona de Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia, Madriz, Estelí y Boaco. Producción Agrícola de exportación. 2016-2017.

- Castillo, C. y Hernández, M. 2005. Evaluación de opciones alternativas al uso de agroquímicos para el manejo de nematodos fitoparásitos en el cultivo de café, en fincas de Masaya, Carazo y Granada. Trabajo de Diploma. Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. 61p.
- C.I.H. 1972. Descriptions of plant – parasitic Nematodes. Set 4, No. 49, set 1, No. 6. Commonwealth institute of Helminthology, 103 St. Peter’s Street, St. Albans, Herts, England.
- Dube, B. and Smart, C. J. 1987. Biological control of *meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* a fungus that parasites nematode eggs. Nematology circular No. 203, 12p.
- Escobar, M. M. M. 2008. Poblaciones de nemátodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (ciclo 2006 - 2007). Tesis de grado. Managua. Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 68p.
- Fernández, C. E; Mushler, R. 1999. Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América Central. In Bertrand, B. rapidel, B. (eds.). Desafíos de la caficultura en Centro América. IICA\_PROMOCAFE\_CIRAD. 69-96p.
- Ferreira, P.; Ferraz, S.; López, E.; Grassi, L. 2008. Parasitismo de ovos de *Meloidogyne exigua* por fungos nematofagos estudio da compatibilidad de entre os isolados fúngicos. Rev. Trópica – Ciências Agrarias e Biológicas. 2 (3): 15.
- FUNICA (Fundación para el Desarrollo Agropecuario y Forestal de Nicaragua) 2009. Uso y manejo de *Paecilomyces lilacinum* para el control de nemátodos. UNA. Managua. Nicaragua. 13p.
- Gadea, T. A.K., Pineda, H. A. J., Rivera, T.A.A. 2014. Poblaciones de nematodos asociados a diferentes sistemas de manejo del café (*Coffea arabica*) en el municipio del Cua, Departamento de Jinotega. Tesis de ingeniero en Agroecología Tropical. Jinotega. Nicaragua. Universidad Autonoma de Nicaragua, Leon. 46p.

- García, P.; Pantoja, G. N. 1990. Distribución y niveles poblacionales de nematodos asociados al café en la VI región, Nicaragua. In taller regional sobre nematodos del café. Turrialba (Costa Rica). Memorias. IICAPROMECAFE. Guatemala. 17p.
- Gonzáles, H, Canto, S.M. 1993. Comparación de 5 enmiendas orgánicas en el control de globodera pallida en microparcels en Perú. *Nematropica* 23(2):133-137.
- Gonzáles, R. J. B; Fernández, G. E. 2003. Manejo alternativo de nematodos en musáceas. Taller manejo convencional y alternativo de sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de las musáceas. Guayaquil. Ecuador. MUSALAC/ INIBAP/ FUNDAGRO. 36-38p.
- Gonzáles, C., Aristizabal, M. y Aristizabal, J. C. 2007. Dinámica poblacional de nematodos fitopatógenos en plátano (*Musa AAB*). Dominico Harton. Colombia. *Agronomía*, 15(2), 25 – 31.
- Giraldo F, M.A.; Leguizamon C, J.E. y Chaves, C.B.; (1998). Control de *Meloidogyne* spp. en almácigos de café con el hongo *Paecilomyces lilacinus*. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Caldas (Colombia). *Cenicafé* (Colombia). v. 49(2) 85-101p.
- Hernández, P. J. E., Mendoza, B. S J. 2014. Evaluación de poblaciones de fitonematodos, nematodos de vida libre en el cultivo de banano asociado con café y árboles en 7 fincas del municipio de San Ramón Matagalpa. Nicaragua, Septiembre – Diciembre 2012. Tesis Título en Ingeniero en Agroecología. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, león. Nicaragua, Matagalpa. 43p.
- Herrera, I; Bijlmakers, H. 1993. *Nematología Agrícola. Manual de prácticas*. Escuela de Sanidad Vegetal. UNA. Managua, Nicaragua. 44p.
- Herrera, I. 1995. Efecto de coberturas vivas de leguminosas en el control de nemátodos fitoparásitos del café. Tesis de maestría. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Subdirección general adjunta de enseñanza. Programa de estudios de postgrado. Turrialba. Costa Rica. 72p.

- Herrera, S. I. C. and Marban – Mendoza, N. 1999. Efecto de coberturas vivas de leguminosas en el control de algunos fitonematodos de café en Nicaragua. *Nematropica*. 29: 223 – 232.
- Herrera, I; Bryngelsson, T; Monzón, A. y Geleta, M. 2011. Identification of coffee root – knoll nematodes based on perineal pattern, SCAR morkers and nuclear ribosomae DNA uquences *nematologia Mediterranean* 39p.
- Herrera, I; Monzón, A; Mendoza, R. 2002. Hoja técnica de nematodos, folleto sin publicar. UNA, Managua, Nicaragua.
- Hollis, J. P. and Rodríguez- Kabana, R. 1996. Rapid kill of nemátodos in flooded soil. *Phytopathology*. 56: 1015 – 1019.
- Howell, C. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* sp. in the biológica control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant diseases*. 87(1):4-10.
- Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales (INETER) 2018. INETER, Dirección General de Meteorología. Managua, Nicaragua. <http://www.ineter.gob.ni>
- Inomoto, M.M. and Oliviera, G. C. M. 2008. Coffe asociated *Pratylenchus* spp. ecology and interactions whith plants. RM, Suoza (ed). *Plant parasitic nematodes of coffe springer sciencie busines media B.V.* 51 – 84p.
- Jatala, P. 1985. Biological control of nematodes.. En: J.N. Sassery C.C. Carter editors. *Advanced Treatise on Meloidogyne sp. Biology and control*. Nort Carolina State University and USAID Releigh. Vol. 1 pp303-308.
- Jatala, P. 1986. Biological control of plant parasitic nematodes. *Ann. Rev. Phytopath.* 24:453-489.
- Liu, L; Hsiang, T; Catey, K; Eggens, J.L. 1995. Microbial populations and suppression of dollar spot disease in creeping bent grass with inorganic and organic amendment plant disease. 79: 253p.

- Luangsa-Ard, J., Houbraken, J., Van Doorn, T., Hong, S. B., Borman, AM., Hywel-Jones, N. L. and Samson, R. A., 2011. *Purpureocillium*, a newgenus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS Microbiology Letters*, 321(2), 141-149.
- Madail, 2008. Rotencial do uso dos fungos *Trichoderma* ssp. *Paecilomyces lilacinus* no biocontrol de *Meloidogyne incongnita* en *Phaseolus vulgaris*. (Tese Doutoral). Porto Alegre (RS), Brasil: Universidade 25. Federal do Rio Grande do sul Faculdade de Agronomía.
- Mascia, R. 2017. *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma harzianum* no manejo de *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja. Ministerio da educacao. Secretaria de educacao profissional e tecnológica. Instituto Federal Goiano – Campus Urutia. Programa de Pos – Graduacao em Protecao de Plantas. 23p.
- Nelson, R. R. 1978. Genetics of horizontal resistance to plant disease. *Ann rev phytopathol* 16:359-378.
- Olabiyi T.I., Gbadamosi A.R 2013. The effect of four compost soil amendments based on *Trichoderma harzianum* on nematode pest of sesame. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 4 (5): 3859-3863.
- Pantoja, N. 1998. Evaluación de *Paecilomyces lilacinus* como controlador biológico de *Meloidogyne exigua* en el cultivo de café en la IV región. Tesis. ISCA. Escuela de sanidad vegetal. Managua. Nicaragua. 106p.
- Perfecto, I., Rice, R. A., Greenberg, R. and van der Voort, M. E. 1996. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46, 598-608.
- Rodriguez – Kábana, R. 1986. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *Journal of Nematology* 18: 129 – 135.
- Rodríguez. I., 1990. Efecto antagónico de ocho aislamientos de *Trichoderma* contra *Fusarium moniliforme* (Booth) y *Fusarium subglutinans* (Booth). Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo Universidad Agraria de La Habana.

- Rosales, J. and García, R.P. 1991. Estudio de dinámica poblacional de nematodos en dos zonas cafetaleras de las regiones III y IV de Nicaragua. XIV simposio sobre Caficultura Latinoamericana 20 – 24 de mayo. Pp 291- 304.
- Rosales, J. 1995. Importancia de los nematodos; su muestreo en el café de Nicaragua. N° 4, boletín trimestral. Vice gerencia de investigación y extensión cafetalera. UNICAFE. 17-28p.
- Sanchez-de León, Y., De Melo, E., Soto, G., Johson –Maynard, J. & Lugo Pérez, J. 2006. Earthworm populations, microbial biomass and coffee productions in different experimental agroforestry management systems in Costa Rica. Caribbean Journal of science 42, 397- 409.
- Vergara, D., Guzmán P., O. A. & Leguizamón, J. E. 2012. Efecto In vitro de *Purpureocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-Ard et al. y *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare y Gams sobre el nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorne. Agronomía, 20(2), 25-36.
- Villain, L., Baujard, P. Anzueto, A. Hernández and J.L Sahara. 2002. Integrated protection of coffe planting in Central América against nematodes. Plante recherche developpment. (Special issue: Research and coffee growing), 118-133.
- Walters, A.; Barkers, K. 1994. Efficacy of *Paecilomyces lilacinus* in suppressing *Rotylenchus Reniformes* on tomato. Journal nematology. 26(4S): 600 – 605p.

## VII. ANEXOS

**Anexo 1.** Métodos de extracción de nemátodos fitoparásitos en suelo y raíz. Tamíces más filtro de algodón.



**Anexo 2.** Resultados de analices de varianza en la parcela con biogreen Finca Linda Vista

2.1 Densidades poblacionales del género *Pratylenchus* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 09:11:30 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Pratylenchus</i> spp.	40	0.36		0.22	48.94
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	308620.63	7	44088.62	2.58	0.0313
Tratamiento	299976.88	3	99992.29	5.86	0.0026
Replica	8643.75	4	2160.94	0.13	0.9717
Error	545863.75	32	17058.24		
Total	854484.38	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=158.25197					
Error: 17058. 2422 gl: 32					
Tratamiento	Medias	N	E.E		
2	162	10	41.30	A	
1	230	10	41.30	A	
3	274	10	41.30	A	B
4	400	10	41.30		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=188.68789					
Error:17058.2422 gl: 32					
Replica	Media	N	E.E.		
3	248.13	8	46.18	A	
5	255.00	8	46.18	A	
4	264.38	8	46.18	A	
1	279.38	8	46.18	A	
2	287.50	8	46.18	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

## 2.2 Densidades poblacionales del género *Meloidogyne* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 09:14:52 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Meloidogyne</i> spp.	40	0.43		0.31	98.89
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	7592478.75	7	1084639.82	3.51	0.0066
Tratamiento	7577032.50	3	2525677.50	8.18	0.0003
Replica	15446.25	4	3861.56	0.01	0.9997
Error	9875598.75	32	308612.46		
Total	17468077.50	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 673.11413					
Error: 308612.4609 gl: 32					
Tratamiento	Medias	n	E.E		
1	117.00	10	175.67	A	
2	160.00	10	175.67	A	
4	841.00	10	175.67		B
3	1128.00	10	175.67		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 802.57127					
Error:308612.4609 gl: 32					
Replica	Media	n	E.E.		
4	530.63	8	196.41	A	
5	551.25	8	196.41	A	
3	562.50	8	196.41	A	
2	579.38	8	196.41	A	
1	585.00	8	196.41	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

### 2.3 Densidades poblacionales del género *Helicotylenchus* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 09:17:41 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Helicotylenchus</i> spp.	40	0.43		0.31	98.89
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	54852.93	7	7836.13	2.85	0.0198
Tratamiento	49045.08	3	16348.36	5.95	0.0024
Replica	5807.85	4	1451.96	0.53	0.7157
Error	87937.05	32	2748.03		
Total	142789.98	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 63.51743					
Error: 2748.0328 gl: 32					
Tratamiento	Medias	n	E.E		
4	136.50	10	16.58	A	
1	140.60	10	16.58	A	
3	144.00	10	16.58	A	
2	221.00	10	16.58		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 75.73347					
Error:2748.0328 gl: 32					
Replica	Media	n	E.E.		
1	138.25	8	18.53	A	
5	157.50	8	18.53	A	
2	166.88	8	18.53	A	
3	169.38	8	18.53	A	
4	170.63	8	18.53	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

**Anexo 3:** Resultados de analices de varianza en la parcela sin biogreen Finca Linda Vista

3.1 Densidades poblacionales del género *Pratylenchus* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 – 08:47:59 p.m. – [Versión: 20/09/2018]

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Pratylenchus</i> spp.	40	0.24		0.07	66.73
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	123980.63	7	17711.52	1.43	0.2284
Tratamiento	121561.88	3	40520.63	3.27	0.0338
Replica	2418.75	4	604.69	0.05	0.9953
Error	396753.75	32	12398.55		
Total	520734.38	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 134.91726					
Error: 12398.5547 gl: 32					
Tratamiento	Medias	n	E.E		
1	112.50	10	35.21	A	
3	138.00	10	35.21	A	B
4	159.00	10	35.21	A	B
2	258.00	10	35.21		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 160.86531					
Error: 12398.5547 gl: 32					
Replica	Media	n	E.E.		
4	155.63	8	39.37	A	
1	165.00	8	39.37	A	
5	166.88	8	39.37	A	
3	166.88	8	39.37	A	
2	180.00	8	39.37	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

### 3.2 Densidades poblacionales del género *Meloidogyne* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 08:57:00 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Meloidogyne</i> spp.	40	0.36		0.22	100.49
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	2271921.25	7	324560.18	2.54	0.0338
Tratamiento	2225362.50	3	741787.50	5.80	0.0028
Replica	46558.75	4	11639.69	0.09	0.9846
Error	4089406.25	32	127793.95		
Total	6361327.50	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 433.14880					
Error: 127793.9453 gl: 32					
Tratamiento	Medias	n	E.E		
1	121.00	10	113.05	A	
3	160.50	10	113.05	A	
2	435.00	10	113.05	A	B
4	706.50	10	113.05		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 516.45445					
Error: 127793.9453 gl: 32					
Replica	Media	n	E.E.		
4	316.25	8	126.39	A	
1	336.88	8	126.39	A	
5	337.50	8	126.39	A	
3	376.25	8	126.39	A	
2	411.88	8	126.39	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

### 3.3 Densidades poblacionales del género *Helicotylenchus* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 09:00:33 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Helicotylenchus</i> spp.	40	0.20		0.03	98.91
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	203707.50	7	29101.07	1.15	0.3554
Tratamiento	201380.00	3	67126.67	2.66	0.0646
Replica	2327.50	4	581.88	0.02	0.9989
Error	806382.50	32	25199.45		
Total	1010090.00	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 192.34351					
Error: 25199.4531 gl: 32					
Tratamiento	Medias	N	E.E		
1	103.50	10	50.20	A	
3	106.50	10	50.20	A	
2	153.50	10	50.20	A	
4	278.50	10	50.20	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 229.33611					
Error: 25199.4531 gl: 32					
Replica	Media	N	E.E.		
5	150.00	8	56.12	A	
2	156.88	8	56.12	A	
4	159.38	8	56.12	A	
1	163.13	8	56.12	A	
3	173.13	8	56.12	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

**Anexo 4:** Resultados analices de varianza en la parcela con biogreen Finca el Jilguero

4.1 Densidades poblacionales del género *Pratylenchus* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 09:20:28 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Pratylenchus</i> spp.	40	0.77		0.72	16.94
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	91816.88	7	13116.70	15.30	<0.0001
Tratamiento	84031.88	3	28010.63	32.68	<0.0001
Replica	7785.00	4	1946.25	2.27	0.0833
Error	27427.50	32	857.11		
Total	119244.38	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=35.47318					
Error: 857.1094 gl: 32					
Tratamiento	Medias	n	E.E		
1	111.00	10	9.26	A	
2	147.00	10	9.26		B
3	211.00	10	9.26		C
4	222.00	10	9.26		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=42.29558					
Error: 857.1094 gl: 32					
Replica	Media	n	E.E.		
1	148.22	8	10.35	A	
2	168.75	8	10.35	A	
3	176.25	8	10.35	A	
5	183.75	8	10.35	A	
4	187.50	8	10.35	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

4.2 Densidades poblacionales del género *Meloidogyne* spp.

Nueva tabla: 8/11/2018 - 11:39:49 - [Versión: 20/9/2018]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV	
<i>Meloidogyne</i> spp.	40	0.47		0.35	27.93	
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor	
Modelo	75456.25	7	10779.46	3.98	0.0031	
Tratamiento	74062.50	3	24687.50	9.12	0.0002	
Replica	1393.75	4	348.44	0.13	0.9708	
Error	86581.25	32	2705.66			
Total	162037.50	39				
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=63.02588						
Error: 2705.6641 gl: 32						
Tratamiento	Medias	n	E.E			
1	130.50	10	16.45	A		
2	166.50	10	16.45	A	B	
3	201.00	10	16.45		B	C
4	247.00	10	16.45			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)						
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=75.14738						
Error: 2705.6641 gl: 32						
Replica	Media	n	E.E.			
4	178.13	8	18.39	A		
1	183.75	8	18.39	A		
5	185.63	8	18.39	A		
3	187.50	8	18.39	A		
2	196.25	8	18.39	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)						

### 4.3 Densidades poblacionales del género *Helicotylenchus* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 09:26:56 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV	
<i>Helicotylenchus</i> spp.	40	0.68		0.61	17.79	
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor	
Modelo	77467.50	7	11066.79	9.86	<0.0001	
Tratamiento	74452.50	3	24817.50	22.12	<0.0001	
Replica	3015.00	4	753.75	0.67	0.6165	
Error	35910.00	32	1122.19			
Total	113377.50	39				
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=40.58959						
Error: 1122.1875 gl: 32						
Tratamiento	Medias	n	E.E			
1	126.00	10	10.59	A		
2	175.50	10	10.59		B	
3	208.50	10	10.59		B	C
4	243.00	10	10.59			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)						
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 48.39601						
Error: 2705.6641 gl: 32						
Replica	Media	n	E.E.			
1	174.38	8	11.84	A		
2	181.88	8	11.84	A		
4	193.13	8	11.84	A		
3	195.00	8	11.84	A		
5	196.88	8	11.84	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)						

Anexo 5: Resultados analices de varianza en la parcela sin biogreen Finca el Jilguero

5.1 Densidades poblacionales del género *Pratylenchus* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 09:02:45 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Pratylenchus</i> spp.	40	0.61		0.52	40.59
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	428743.75	7	61249.11	7.14	<0.0001
Tratamiento	424322.50	3	141440.83	16.48	<0.0001
Replica	4421.25	4	1105.31	0.13	0.9709
Error	274683.75	32	8583.87		
Total	703427.50	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=112.25960					
Error:8583.8672 gl: 32					
Tratamiento	Medias	n	E.E		
1	135.00	10	29.30	A	
2	167.00	10	29.30	A	
3	210.50	10	29.30	A	
4	400.50	10	29.30		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 133.85000					
Error: 8583.8672 gl: 32					
Replica	Media	n	E.E.		
1	214.38	8	32.76	A	
2	221.25	8	32.76	A	
4	228.75	8	32.76	A	
3	231.25	8	32.76	A	
5	245.63	8	32.76	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

## 5.2 Densidades poblacionales del género *Meloidogyne* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 09:06:14 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Meloidogyne</i> spp.	40	0.39	0.25		28.40
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	62156.25	7	8879.46	2.87	0.0191
Tratamiento	60322.50	3	20107.50	6.50	0.0015
Replica	1833.75	4	458.44	0.15	0.9624
Error	98921.25	32	3091.29		
Total	161077.50	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 67.36771					
Error:3091.2891 gl: 32					
Tratamiento	Medias	n	E.E		
1	148.50	10	17.58	A	
2	186.00	10	17.58	A	
3	192.00	10	17.58	A	B
4	256.50	10	17.58		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 80.32425					
Error: 3091.2891 gl: 32					
Replica	Media	n	E.E.		
1	183.75	8	19.66	A	
5	195.00	8	19.66	A	
3	196.88	8	19.66	A	
4	198.75	8	19.66	A	
2	204.38	8	19.66	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

### 5.3 Densidades poblacionales del género *Helicotylenchus* spp.

Nueva tabla: 01/11/2018 - 09:08:35 p.m. - [Versión: 20/09/2018]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
<i>Helicotylenchus</i> spp.	40	0.62	0.53		17.66
Cuadro de analices de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor
Modelo	16681.88	7	2383.13	7.37	<0.0001
Tratamiento	15106.88	3	5035.63	15.57	<0.0001
Replica	1575.00	4	393.75	1.22	0.3229
Error	10352.50	32	323.52		
Total	27034.38	39			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 21.79363					
Error: 323.5156 gl: 32					
Tratamiento	Medias	n	E.E		
1	80.50	10	5.69	A	
2	96.00	10	5.69	A	
3	97.50	10	5.69	A	
4	133.50	10	5.69		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS= 25.98511					
Error: 323.5156 gl: 32					
Replica	Media	N	E.E.		
1	96.25	8	6.36	A	
4	96.25	8	6.36	A	
5	100.00	8	6.36	A	
3	103.75	8	6.36	A	
2	113.13	8	6.36	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

