

**PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA EL MANEJO DE NEMATODOS  
FITOPARÁSITOS EN PLÁTANO (*MUSA spp.*, AAB): EFECTO SOBRE LA  
ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA DEL SUELO**

Por

Marianela Conce Conce

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

en

Protección de Cultivos

**UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ**

2016

Aprobado por:

\_\_\_\_\_  
Lydia I. Rivera Vargas, Ph.D.  
Miembro, Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
José Pablo Morales Payán, Ph.D.  
Miembro, Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Raúl Macchiavelli, Ph.D.  
Miembro, Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
José A. Chavarría Carvajal, Ph.D.  
Presidente, Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Carlos Ríos Velázquez, Ph.D.  
Representante de Estudios Graduados

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Elvin Román Paoli, Ph.D.  
Director del Departamento

\_\_\_\_\_  
Fecha

## ABSTRACT

The plantain (*Musa* spp., AAB) is the most economically important starchy-food crop in Puerto Rico. During the fiscal year 2013-2014, the value of production at the farm level reached \$ 72.60 million, equivalent to 7.81% of the gross farm income of the island. Plant parasitic nematodes are one of the most limiting factors for local crop production. The nematode species of major economic importance in plantain in Puerto Rico are: *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne incognita* and *Helicotylenchus multicinctus*. The effect of soil application of organic matter and a short rotation with velvetbean (*Mucuna deeringiana* (Borr) Merr.), on populations of plant parasitic nematodes and microorganisms associated with the rhizosphere of plantain was studied. For this purpose, a field experiment was established at the Agricultural Experimental Sub-Station of Corozal, College of Agricultural Sciences, Mayagüez Campus, University of Puerto Rico. The experimental design was a randomized incomplete blocks (RIBD), with eight treatments, four blocks and two replicates. The treatments were: 1. *Mucuna*; 2. Poultry Litter; 3. *Mucuna* + Poultry Litter; 4. *Mucuna* + Poultry Litter + Vydate-L; 5. *Mucuna* + Poultry Litter + Mocap 15G; 6. Vydate-L; 7. Mocap 15G and 8. Absolute Control. Results showed that velvetbean had an antagonistic effect on populations of plant parasitic nematodes and significantly increased fungal populations, total bacteria, *Bacillus* spp. and actinomycetes, four months after planting plantain. The use of poultry litter alone or in combination with other treatments, reduced root populations of plant parasitic nematodes and increased free-living nematodes and fungal populations associated with the rhizosphere. Therefore land application of poultry litter and a short rotation with velvetbean, were effective reducing populations of plant parasitic nematodes and increasing populations of fungi associated to rhizosphere of plantain. Predominant fungal species were *Paecilomyces* spp., *Eurotium* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. and *Trichoderma* spp. These groups of fungi are frequently found in fertile soils and have a great potential as biological control. Gram positive bacteria showed greater abundance in treatments with velvetbean and poultry litter.

## RESUMEN

El plátano (*Musa* spp., AAB) es el farináceo de mayor importancia económica en Puerto Rico. Durante el periodo fiscal 2013-2014 el valor de la producción a nivel de finca alcanzó \$72.60 millones, equivalente al 7.81% del ingreso bruto agrícola de la isla. Los nematodos fitoparásitos son uno de los factores más limitantes para la producción local del cultivo. Entre las especies de nematodos de mayor importancia económica asociados al cultivo del plátano en Puerto Rico destacan: *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne incognita* y *Helicotylenchus multicinctus*. Se estudió el efecto de la aplicación al suelo de gallinaza y una rotación corta con el haba de terciopelo (*Mucuna deeringiana* (Borr) Merr.), sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos y microorganismos asociados a la rizósfera del plátano. Con este propósito, se estableció un experimento de campo en la Sub-Estación Experimental Agrícola de Corozal, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. El diseño experimental utilizado fue de bloques incompletos al azar (DBIA), con ocho tratamientos, cuatro bloques y dos repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: 1. *Mucuna*; 2. Gallinaza; 3. *Mucuna* + Gallinaza; 4. *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L; 5. *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G; 6. Vydate-L; 7. Mocap 15G; 8. Control Absoluto. Los resultados indican que la rotación con el haba de terciopelo tuvo un efecto antagónico sobre la población de nematodos fitoparásitos y aumentó significativamente las poblaciones de hongos, bacterias totales, *Bacillus* spp. y actinomicetos, cuatro meses después de la siembra de plátano. El uso de gallinaza sola o en combinación con los demás tratamientos redujo las poblaciones de nematodos fitoparásitos presentes en la raíz e incrementó los nematodos de vida libre, así como las poblaciones de hongos asociadas a la rizósfera. Las especies de los hongos más predominantes fueron *Paecilomyces* spp., *Eurotium* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. y *Trichoderma* spp. Estos grupos de hongos son característico de suelos fértiles y poseen potencial de control biológico. Las bacterias Gram positivas mostraron mayor abundancia en los tratamientos con haba de terciopelo y gallinaza.

## **DEDICATORIA**

A mis hijas: Karolay, Chantal Maria y Emely Milagro Polanco Conce

Son mi inspiración, mi energía y el motor que me impulsa a salir adelante contra todos los obstáculos, para ustedes y por ustedes alcance esta meta, para demostrarles que no existe excusa para lograr sus sueños, siempre que Dios este como guía, manteniendo el espíritu firme de no rendirse jamás. Las amo más que a mi vida, Dios las bendiga y acompañes siempre.

A mi familia

Alcanzar el éxito cuesta y cuando se logra la satisfacción es inmensa; sobre todo si ha contado con personas que siempre han estado presto a brindarme todo su cariño y apoyo incondicional en todo momento, siguiendo paso a paso el curso de mi carrera.

El éxito obtenido lo dedico con todo mi amor a cada uno de ustedes que son parte importante de mi vida de los cuales me enorgullece siempre y quiero compartir la alegría de metas alcanzadas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradeceré primeramente a Dios, que es el poder divino que me fortalece y motiva diariamente a lograr con éxitos mis objetivos. Agradezco enormemente al CONIAF (Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestal) por ser la institución que patrocino mis estudios, al IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuaria y Forestal) por creer en mí y darme la oportunidad de salir de mi país en busca de conocimientos. A los miembros de mi comité graduado, por ofrecerme sus conocimientos y apoyo para la realización de esta investigación. Al Dr. Raúl E. Macchiavelli, por su gran profesionalismo en el campo de la estadística y su disponibilidad en las ocasiones que necesite su ayuda. Al Dr. José Pablo Morales Payán, por su inigualable labor, principalmente, por haberme brindado su soporte y confianza durante todo este tiempo. A la Dra. Lydia I. Rivera-Vargas, por ofrecerme como estímulo su esmero y pasión por la ciencia de la micología, además por sus grandes consejos y refuerzos positivos durante el desarrollo de mi trabajo investigativo. Deseo agradecer en especial, al Dr. José A. Chavarría-Carvajal, quien se interesó en guiarme y ayudarme. Gracias Dr. Chavarría, por su destacada pericia como investigador, su inigualable sapiencia como mentor y su dedicación en la realización de esta tesis. De igual forma, quiero ofrece mis agradecimientos a todo el personal que asistió e hizo posible esta investigación a nivel de campo. Principalmente, al Sr. Armindo Santiago, Sub-Estación Experimental Agrícola de Corozal, por su dedicación y responsabilidad a nivel de campo, para garantizar la calidad en el proceso de las regulaciones empleadas en un experimento. Al Sr. Luis E. Almodóvar, Administrador de la Sub-Estación Experimental Agrícola de Corozal, quien estuvo a la mejor disposición en asistir y proveer el equipo necesario para el trabajo de campo. A mis compañeros del BNF, por su disposición y aporte para llevar a cabo con éxito la fase de laboratorio.

A la Universidad de Puerto Rico, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, gracias por abrirme las puertas y ser una fuente inagotable de conocimiento, proporcionando para mí las mejores enseñanzas por medio de los cursos y talleres ofrecidos.

A mi madre María Conce y mi padre Ramón C. Conce (fallecido), la vida es el más preciado y hermoso regalo que hemos recibido, poder tener una vida plena y obtener el éxito es lo que nos demuestra que verdaderamente vale la pena disfrutar de este regalo, pero sobre todo haberme Dios concedido la dicha de nacer de los mejores padres del mundo. Sin ustedes imposible haber logrado este sueño ser hoy Maestro en Ciencia Agrícolas, por tantas noches de desvelo y por cuidar a mis hijas con tanto cariño y dedicación. Los amo y amaré siempre.

A mis hermanos Benancia, Juan T., Luz del alba, Manuel R., Joselyn, Dionis R., Zamil, Josué, a todas gracias por su gran apoyo y caminar junto a mi sendero que conduce al éxito, gracias le doy a Dios por darme la familia que tengo, porque cuando más necesitabas de ustedes siempre estuvieron presentes. En especial a María M. por cuidar mis hijas como tuyas con tanto amor y ternura. Le pido a Dios que está en el cielo que les pague todo lo que han hecho por mí, ya que la vida entera no me alcanza para recompezar un poco de todo lo recibido. Les agradeceré eternamente, Dios los bendiga y premie.

A Stalin R. por todo su apoyo, por siempre pensar en mi antes que, en ti, por llenar mi vida de alegría al convertirme en madre, por ser excelente padre y hacer el rol de madre en mi ausencia.

A mis sobrinos Arielbi, Emmanuel, Marielis, Ramón, Rosa, Dionis, Raymond, Saulo, Oriel, Nicol, en especial a Brandoly, he escalado un peldaño más para demostrarles que con la ayuda de ese Dios misericordioso y con fe en sí mismo todo es posible, persigan sus sueños alcanzando las metas propuestas. Gracias por brindarme su sonrisa con ternuras, por sus caritas inocentes mostrando un destello de amor, por querer y cuidar a mis hijas como sus hermanas.

A toda mi familia en especial a Mery, Cira, Yanely, Arelis, Tania, Carmen, Isabel, Francisca, Escolástico, María, Ana Rosa, Marino, Mecho, Papo, Wilson, Anyeri, Pablo, Emeterio, José Dolores, Eugenio, Lali, Aristide, por su preocupación para que yo culminara con éxito la meta propuesta, por tanto, cariño brindado y su gran acogida.

A mis hermanas adoptivas Yency y Francisca, en la vida todos éxitos cuestan sacrificio, porque Dios da las más grandes batallas a sus mejores soldados y haberlo obtenido junto a ustedes es muy gratificante. Mil gracias por abrirme las puertas de su hogar y corazón, por el apoyo brindado durante toda la maestría, por sus sabios consejos y la bella e inolvidable experiencia vivida.

A mis amigos y compañeros Zuleyka, Lorena, Mayra, María, Américo, Heriberto, Yara, José Pérez, Ricardo, Joshua, Bernardo, Edgar, Casiani, Laura, Caleb y Elide Valencia gracias por hacerme participe de sus vidas y ofrecerme su hermosa amistad.

A mis compañeros de trabajo Socorro, Marisol, Elsa, Yadira, Lourdes, Juan de Dios, Rosa, Nelsida por gran motivación y ayuda valiosa a pesar de la distancia.

A mis suegros Alejandrina Valerio y Claudio R. Polanco, mis cuñadas/ os Betania, Verónica y Francisco, por estar pendiente y cuidar de mis hijas, por acogerme como una hija más en la familia.

A todas las personas que me estuvieron presente durante la realización de este proyecto, mostrando interés por mi superación profesional y prestando su mano ayuda cada vez que lo necesité, en especial María del Rocío Suárez, y a los técnicos de laboratorio Víctor González y Luis Collazo.

**"This work was supported by the USDA National Institute of Food and  
Agriculture, Hatch Project PR00437, Accession No. 226772"**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>i</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>v</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
Principales especies de nematodos asociados al cultivo del plátano .....	3
<i>Radopholus similis</i> (nematodo barrenador): .....	3
<i>Pratylenchus coffeae</i> (nematodo lesionador): .....	4
<i>Rotylenchulus reniformis</i> (nematodo reniforme): .....	4
<i>Meloidogyne incognita</i> (nematodo nodulador): .....	5
<i>Helicotylenchus multicinctus</i> (nematodo de espiral): .....	5
Prácticas.....	6
Materia Orgánica:.....	6
Rotación de cultivos: .....	7
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>9</b>
Descripción del área experimental: .....	9
Fase de campo: .....	9
Extracción e identificación de nematodos: .....	14
Aislamiento de hongos, bacterias y actinomicetos:.....	17
Identificación de hongos: .....	17
Caracterización de bacterias: .....	18
Análisis estadístico: .....	18

<b>RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
Efecto de prácticas agrícolas sobre los niveles poblacionales de nematodos fitoparásitos y nematodos de vida libre asociados al suelo, al final del ciclo de rotación con el haba de terciopelo .....	21
Nivel poblacional de los nematodos fitoparásitos y nematodos de vida libre en suelo:.....	21
Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos, cuatro meses después de la siembra: .....	22
Nematodos fitoparásitos en suelo: .....	22
Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados al suelo, ocho meses después de la siembra: .....	23
Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados en suelo, al momento de la florecida:.....	24
Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a la raíz, cuatro meses después de la siembra: .....	25
Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a raíz, ocho meses después de la siembra:.....	26
Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados en raíz, al momento de la florecida: .....	27
Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos de vida libre asociados al suelo, cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida: .....	28
Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos de vida libre asociados a raíz, cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida: .....	29
Efecto de las prácticas agrícolas sobre los niveles poblacionales de bacterias, hongos y actinomicetos, asociados a la rizósfera del plátano .....	30

Niveles poblacionales de: hongos, bacterias totales, <i>Bacillus</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp. y actinomicetos: .....	30
Niveles poblacionales de bacterias totales:.....	33
Niveles poblacionales de <i>Bacillus</i> spp.:.....	34
Niveles poblacionales de <i>Pseudomonas</i> spp.: .....	35
Niveles poblacionales de actinomicetos: .....	36
Caracterización de microorganismos asociados a la rizósfera del plátano, basados en el uso de medios selectivos y tinción de Gram .....	37
Diversidad de géneros de hongos después del ciclo corto de rotación con el haba de terciopelo:.....	37
Diversidad bacteriana después del ciclo corto de rotación con el haba de terciopelo:.....	38
Diversidad de hongos asociados a la rizósfera del plátano al momento de la florecida:.....	40
Caracterización de la población de bacterias totales, mediante la prueba de Gram: .....	46
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>56</b>
<b>APÉNDICE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLES EXPERIMENTALES .....</b>	<b>64</b>

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos y nematodos de vida libre asociados al suelo, al final del ciclo de rotación del haba de terciopelo.....	22
<b>Cuadro 2.</b> Efecto de los tratamientos sobre las poblacionales de nematodos fitoparásitos asociado suelo, a los cuatro meses después de la siembra .....	23
<b>Cuadro 3.</b> Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos de suelo, a los ocho meses después de la siembra .....	24
<b>Cuadro 4.</b> Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de nematodos fitoparásitos asociados al suelo, al momento de la florecida .....	25
<b>Cuadro 5.</b> Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociado a la raíz, a los cuatro meses después de la siembra.....	26
<b>Cuadro 6.</b> Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociado a la raíz, a los ocho meses después de la siembra .....	27
<b>Cuadro 7.</b> Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a la raíz, al momento de la florecida.....	28
<b>Cuadro 8.</b> Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos de vida libre asociados al suelo, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida.....	29
<b>Cuadro 9.</b> Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de nematodos de vida libre asociados a la raíz, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida .....	30
<b>Cuadro 10.</b> Efecto de los tratamientos sobre la población de microorganismos asociados al suelo, 90 días después de la siembra del haba de terciopelo .....	31
<b>Cuadro 11.</b> Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de hongos asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida.....	33
<b>Cuadro 12.</b> Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de bacterias totales asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida.....	34
<b>Cuadro 13.</b> Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de <i>Bacillus</i> spp. asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida.....	35

<b>Cuadro 14.</b> Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de <i>Pseudomonas</i> spp. asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida.....	36
<b>Cuadro 15.</b> Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de actinomicetos asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida.....	37
<b>Cuadro 16.</b> Diversidad de hongos asociados al suelo 90 días después de la siembra del haba de terciopelo.....	38
<b>Cuadro 17.</b> Efecto de los tratamientos sobre poblaciones de bacterias totales clasificadas en Gram positivas (+) y Gram negativas (-), asociados al suelo, a los 90 días después de la siembra del haba de terciopelo.....	40
<b>Cuadro 18.</b> Efectos de los tratamientos sobre la diversidad de hongos asociados a la rizósfera del plátano, al momento de la florecida.....	41
<b>Cuadro 19.</b> Efecto de los tratamientos sobre la caracterización de la población de bacterias totales, mediante la prueba de Gram .....	47

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Sub-estación Experimental Agrícola de Corozal, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico (ubicación del predio experimental).....9
- Figura 2.** Plantas de *Mucuna deeringiana*. A los ocho días después de la siembra **A.** A los 90 días después de la siembra **B.** Al momento de la cosecha **C.** secando al suelo **D.**..... 11
- Figura 3.** Vista del predio experimental, Sub-Estación Experimental Agrícola de Corozal, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico durante el desarrollo del cultivo del plátano. Al momento de la siembra de la semilla del plátano **A.** Desarrollo del cultivo, cuatro meses después de la siembra **B.** Desarrollo del cultivo, ocho meses después de la siembra **C.** Desarrollo del cultivo, al momento de la florecida **D.**..... 13
- Figura 4** Proceso de Extracción de nematodos del suelo. 325 cm<sup>3</sup> cantidad de suelo utilizado **A.** Lavado de suelo con la combinación de los tamices (0.100 mm y 0.032 mm) **B.** Lavado de suelo con el tamiz 0.032 mm **C.** Embudo Baermann conteniendo la muestra **D.** ..... 14
- Figura 5.** Proceso de extracción de nematodos de las muestras de raíz. Secado de las raíces **A.** Pesado de las raíces **B.** Licuado de las raíces **C.** Lavado en el tamiz 0.032 mm **D.** ..... 16
- Figura 6.** Preparación diluciones seriadas para la extracción de los microorganismos asociados a la rizósfera del suelo. Homogenización de las muestras de suelo **A.** Preparación de diluciones seriadas hasta 10<sup>-3</sup> **B.** Distribución de las diluciones en platos Petri **C.** Siembra de dilución en platos Petri **D.** ..... 19
- Figura 7.** Proceso de tinción Gram para la caracterización de las bacterias totales. Estriado de las bacterias en platos Petri conteniendo el medio **A.** Selección de la bacteria en el plato Petri **B.** Expansión de la bacteria en la laminilla **C.** Secado en el fuego **D.** Tinción de las bacterias con los diferentes tintes **E.** Bacterias teñidas cualificada **F.** .....20
- Figura 8.** Microorganismos asociados en la rizósfera del plátano. Colonia de bacterias totales en agar de soya tríptica **A.** Colonias de *Bacillus* spp. en agar de soya tríptica **B.** Colonias de *Pseudomonas* spp. en agar de *Pseudomonas* **C.** Colonias de hongos en agar de rosa de bengala y cloranfenicol **D.** Colonias de actinomicetos en agar de actinomicetos **E.**..... 32
- Figura 9.** Hongos más frecuentemente aislados en la rotación de cultivo con el haba de terciopelo (40 X). Colonia de *Paecilomyces* spp. en Agar de papa y Dextrosa (APD) **A.**; Conidióforo de *Paecilomyces* spp. **B.**; Colonia de *Eurotium* spp. en APD **C.**; Cleistotecios de *Eurotium* spp. **D.**..... 39

**Figura 10.** Hongos más frecuentemente aislados de la rizósfera del plátano, a florecida (40 X). Colonia de *Fusarium* spp. APD **A**; Macro y micro conidios de *Fusarium* spp. **B**; Colonia de *Mucor* spp. en APD **C**; Esporangios de *Mucor* spp. **D**.  
.....43

**Figura 11.** Hongos más frecuentemente aislados de la rizósfera del plátano, a florecida (40 X). Colonia de *Paecilomyces* spp. en APD **A**.; Conidióforo de *Paecilomyces* spp. **B**.; Colonia de *Aspergillus* spp. en APD **C**.; Conidióforo de *Aspergillus* spp **D**. .....44

**Figura 12.** Hongos más frecuentemente aislados de la rizósfera del plátano, a florecida (40 X). Colonia de *Trichoderma* spp. en APD **A**.; Conidióforo de *Trichoderma* spp **B**.; Colonia desconocido en APD **C**.; Estructuras reproductoras **D**. .....45

## INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa spp.*, AAB) es el cultivo farináceo de mayor importancia económica de Puerto Rico. Durante el periodo fiscal 2013-2014 el valor de la producción a nivel de finca alcanzó \$72.60 millones, equivalente al 7.81% del ingreso bruto agrícola de la Isla (Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 2015). El plátano es cultivado en más de 120 países alrededor del mundo, siendo una fuente alimentaria para millones de personas localizadas en África, Asia, Oceanía, América Latina y el Caribe (FAOSTAT, 2015). La mayor producción mundial del cultivo se concentra en África con un 71.8%, mientras que los países de América Latina y el Caribe producen el 24.6%, aportando Asia un 3.6% de la producción global. A nivel mundial, para el año 2013 la cosecha fue de 6,922 millones de toneladas métricas. Guatemala es el mayor exportador con una exportación de 121 mil toneladas en el año 2012. El mayor productor mundial de plátano durante el año 2013 fue Uganda con 8.9 millones de toneladas métricas (FAOSTAT, 2015). En Puerto Rico, el plátano genera una gran demanda, por su fácil adaptabilidad al trópico y por su mínima labranza (Díaz y Alvarado, 2007).

El plátano es afectado por diversas plagas y enfermedades, dentro de las cuales destacan hongos, bacterias, virus, insectos y nematodos (Chavarría-Carvajal e Irizarry, 1997). Dentro de los nematodos fitoparásitos, el nematodo barrenador [*Radopholus similis* (Cobb) Thorne], el nematodo nodulador [*Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood], el nematodo lesionador [*Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev and Schuurmanns Stekhoven], el nematodo de riñón (*Rotylenchulus reniformis* Linford y Oliviera) y el nematodo de espiral [*Helicotylenchus multicinctus* (Coob) Golden] son las especies de mayor importancia económica en Puerto Rico (Chavarría-Carvajal *et al.*, 2016; Chavarría-Carvajal e Irizarry, 1997).

Los nematodos fitoparásitos se alimentan del sistema radical del plátano, provocando daños directos a las raíces y al cormo, disminuyendo la absorción de agua y nutrientes. Las plantas afectadas presentan necrosis severa, podredumbre y debilitamiento del sistema radical, causando la caída de la planta, con la

consecuente pérdida de la cosecha (Chavarría e Irizarry, 1997). Las lesiones causadas por los nematodos fitoparásitos sirven de entrada a organismos secundarios oportunistas como hongos y bacterias, que contribuyen a un mayor deterioro de los tejidos del cormo y de la raíz (Guzmán-Piedrahita *et al.*, 2012). Se ha reportado que el daño causado por los nematodos fitoparásitos en el cultivo reduce el rendimiento en un 15-25 % (Guzmán-Piedrahita *et al.*, 2012; Agrios, 2005; Sarah, 1989).

## REVISIÓN DE LITERATURA

Los nematodos fitoparásitos son considerados como los patógenos de mayor importancia económica en el cultivo del plátano. Algunas especies ocasionan degradación enzimática en los tejidos del hospedero, otros originan desequilibrio hormonal. Además, causan síntomas visibles como agallas radiculares, malformaciones en los tejidos y lesiones mecánicas al liberar compuestos fenólicos durante su acción alimenticia (Moens y Perry, 2009). En variedades muy susceptibles pueden llegar a reducir notablemente el sistema radicular de la planta lo que provoca el volcamiento de la planta (Chabrier y Quénéhervé, 2003; Chavarría e Irizarry, 1997).

### Principales especies de nematodos asociados al cultivo del plátano

#### *Radopholus similis* (nematodo barrenador):

Es considerado la especie de mayor importancia económica a nivel mundial (Chabrier y Quénéhervé, 2003). Este patógeno se encuentra ampliamente distribuida a nivel mundial (Volcy, 2011; Sarah *et al.*, 1993). El nematodo es un endoparásito migratorio con una armazón cefálica fuerte, capaz de realizar heridas y penetrar en la raíz (Volcy, 2011), alimentándose de las células del parénquima radicular, formando túneles, donde oviposita, produciendo una coloración rojiza-marrón (Whitehead, 1998). Su ciclo de vida es de 20 a 25 días a una temperatura de 24 a 30° C (Gowen y Quénéhervé, 1990). Todas las etapas larvales son patogénicas, exceptuando la etapa juvenil (J1) y el macho. Las hembras adultas son las más agresivas porque se alimentan de las raíces (Gowen y Quénéhervé, 1990). Se le atribuye pérdidas que fluctúan entre un 5 a 100% de la producción del cultivo. Posee una amplia gama de hospederos que incluye a más de 250 especies de plantas (Haegeman *et al.*, 2010).

*Pratylenchus coffeae* (nematodo lesionador):

Es la segunda especie de importancia económica en musáceas a nivel mundial (Gowen y Quénéhervé, 1990). Como consecuencia de su ataque, en África se reportan reducciones en el rendimiento de hasta un 60% en plantaciones comerciales de plátano. Es un endoparásito migratorio (Davis y MacGuidwin, 2000), capaz de entrar a través del tejido cortical y los tejidos del cormo. Provoca lesiones de color negro en los tejidos epidérmicos y corticales, acelerando el proceso de ruptura celular (Nicol y Rivoal, 2008). El nematodo, es infectivo en todas sus etapas, exceptuando el huevo y la J1. Todo su ciclo de vida ocurre dentro de la raíz y tiene una duración aproximada a 30 días, a temperaturas de 25 a 30<sup>0</sup> C. El nematodo posee una alta tasa reproductiva, depositando sus huevos en las galerías que realiza a su paso, siendo capaz de sobrevivir en condiciones ambientales extremas de temperatura y humedad (Davis y MacGuidwin, 2000). Su rango de hospederos incluye a más de 400 especies de plantas (Davis y MacGuidwin, 2000).

*Rotylenchulus reniformis* (nematodo reniforme):

Posee una amplia gama de hospederos y se encuentra distribuido en áreas tropicales y sub tropicales de América Central, Sur y Norte, África, Sur de Europa, Australia y el Pacífico (Shaikahul *et al.*, 2008; Khan, 2005; Whitehead, 1998). La hembra adulta permanece en la raíz de forma semi-permanente, alimentándose del parénquima cortical. Su ciclo de vida, bajo condiciones tropicales es de alrededor de 30 días (Schmitt y Sipes, 2000; Whitehead, 1998). Causa daños de importancia económica en cultivos tales como plátano (*Musa* spp., AAB), guineo (*Musa acuminata*, AAA), café (*Coffea arabica* L.), mango (*Mangifera indica* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.), las crucíferas, ricino (*Ricinus communis* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), piña (*Ananas comosus* L.), papaya (*Carica papaya* L.), maíz (*Zea mays* L.), olivo (*Olea europaea* L.), pana (*Artocarpus altilis* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), oca (*Abelmoschus esculentus* L.), entre otros (Whitehead, 1998).

*Meloidogyne incognita* (nematodo nodulador):

Es un endoparásito sedentario, que posee una amplia gama de hospederos y se encuentra distribuido alrededor de todo el mundo (Whitehead, 1998). Se observa con frecuencia asociado a los cultivos del plátano y guineo (De Waele y Davide, 1998). El daño es ocasionado por el segundo estadio larval (J2), que penetra la raíz, y durante su proceso de alimentación, con su estilete inyecta secreciones que causa hiperplasia e hipertrofia de las células del cilindro vascular (Ornat y Sorribas, 2008; Whitehead, 1998). Los machos no son patogénicos y sólo son observados en el suelo si las condiciones son desfavorables para el patógeno (De Waele y Davide, 1998; Taylor y Sasser, 1983). La hembra es capaz de producir de 500 a 1,500 huevos y puede sobrevivir en condiciones ambientales adversas en el estadio de huevo, retardando su eclosión e incluso pasar de una temporada de cultivo a la siguiente, hasta que las condiciones sean favorables (Shradchandra *et al.*, 2012). Parasita más de 2,000 especies de plantas, reduciendo la producción de ellas en hasta un 5.0%. En las musáceas, como consecuencia de su ataque, se observa la reducción del crecimiento, pseudotallos delgados y racimos pequeños (De Waele y Davide, 1998).

*Helicotylenchus multincinctus* (nematodo de espiral):

Se alimenta como ectoparásito o semi-endoparasito, dependiendo del cultivo (Guzmán-Piedrahita, 2010). Se alimenta de las células corticales de la raíz, lo cual conduce a que el sistema radical no se desarrolle adecuadamente, reduciendo la formación de raíces funcionales y causando necrosis extensa, ya que realiza todo su ciclo de vida dentro de la raíz. Su armazón cefálica es bien pronunciada, lo cual le permite penetrar dentro de la raíz por cualquier parte de esta (Volcy, 2011). Su presencia puede provocar la muerte prematura de la planta (Whitehead, 1998), situándose dentro de los fitonematodos de mayor importancia económica del plátano (Carlier *et al.*, 2003). Es uno de los géneros más abundantes en las musáceas, causando pérdidas de 19 a 34% en el cultivo del plátano (Guzmán-Piedrahita, 2010).

### Prácticas de manejo de nematodos fitoparásitos en musáceas:

Tradicionalmente el uso de plaguicidas de origen químico ha sido el método más empleado para el manejo de poblaciones de nematodos fitoparásitos en plátanos y guineos. Sin embargo, el uso indiscriminado de plaguicidas químicos y sus efectos adversos sobre el medio ambiente, vida silvestre y el ser humano, ha provocado que una serie de nematicidas hayan sido retirados del mercado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) o por las compañías fabricantes (Chavarría-Carvajal *et al.*, 2001). Debido a esta situación, durante los últimos años se ha tratado de desarrollar prácticas agrícolas, para el manejo de nematodos fitoparásitos, en cultivos de importancia económica. Algunas de estas prácticas incluyen el uso de materia orgánica, la rotación de cultivos, prácticas fitosanitarias y la reducción de dosis e intervalos de nematicidas comerciales (Chavarría-Carvajal *et al.*, 1999).

### Materia Orgánica:

El uso de materia orgánica es una práctica que contribuye a mejorar la estructura del suelo, aumentando la actividad microbiológica del suelo y disminuyendo la erosión ocasionada por la lluvia y otros factores ambientales (Chavarría-Carvajal y Rodríguez-Kábana, 1998). La descomposición de los agregados del suelo convertidos en materia orgánica permite el aumento de la capacidad de atraer y retener nutrientes, además de un mayor almacenamiento de agua. Cuando se incorporan materiales orgánicos al suelo se aumentan las poblaciones de microorganismos benéficos y se reducen las poblaciones de nematodos fitoparásitos (Chavarría-Carvajal *et al.*, 2001). La materia orgánica una vez en el suelo, actúa como fumigante, mediante la liberación de sustancias químicas con propiedades nematotóxicas que ayudan a controlar los patógenos de suelo y aumentar los organismos antagónicos (Perrine *et al.*, 2011). Al utilizar materia orgánica en el suelo se acelera el proceso de regeneración de la cubierta vegetal, contribuyendo como fuente de multiplicación de microorganismos y sirviendo de estímulo para que las plantas alcancen un desarrollo en un medio ambiente equilibrado (Julca-Otiniano, 2006).

### Rotación de cultivos:

La rotación de cultivos es una de las prácticas agrícolas más utilizadas para el manejo de nematodos fitoparásitos (Hidalgo-Díaz y Kerry, 2008). El haba de terciopelo (*Mucuna deeringiana* (Borr) Merr.) es una leguminosa tropical que ha sido utilizada en el manejo de nematodos fitoparásitos en diversos cultivos agrícolas. El haba de terciopelo promueve poblaciones de microorganismos antagónicos y produce exudados nematotóxicos en sus raíces (Chavarría-Carvajal y Rodríguez-Kábana, 1998). Entre las propiedades de esta leguminosa, se encuentra la fijación de nitrógeno al suelo, reducción de erosión y su eficacia en el control de malezas (Rojas y Aristizabal, 2011). La *Mucuna* es efectiva reduciendo poblaciones de *Rotylenchulus reniformis*, al ser usada como cultivo de rotación por tres meses con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) (Chavarría-Carvajal *et al.*, 1999). El haba de terciopelo en rotación con el cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) fue efectiva reduciendo poblaciones de *Meloidogyne arenaria* (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1992). Además, aplicada al suelo como enmienda orgánica a razón de 30-50 g/ Kg de suelo, incrementó el porcentaje de parasitismo en huevos de *M. incognita* entre 5 y 10 semanas después de su aplicación debido a la expulsión de los exudados nematotóxicos de sus raíces (Chavarría-Carvajal y Rodríguez-Kábana, 1998). Estos efectos se deben a que los exudados que produce esta planta suprimen a *Meloidogyne* spp. (Vicente y Acosta, 1987). Poblaciones de *R. similis* y *R. reniformis*, han sido reducidas, cuando el haba de terciopelo ha sido utilizada en rotación o intercalada con el cultivo del plátano (Chavarría-Carvajal *et al.*, 2016; Rubiano-Rodríguez, 2000).

## OBJETIVOS

1. Establecer el efecto de prácticas agrícolas sobre los niveles poblacionales de nematodos fitoparásitos y nematodos de vida libre en plátano (*Musa* spp., AAB).
2. Determinar el efecto de las prácticas agrícolas sobre los niveles poblacionales de bacterias, hongos y actinomicetos, asociados a la rizósfera del plátano.
3. Caracterizar los grupos de microorganismos asociados a la rizósfera del plátano, basados en el uso de medios de cultivo selectivos y tinción de Gram.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área experimental:

Se estableció un experimento de campo en la Sub-Estación Experimental Agrícola de Corozal, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. Este centro se encuentra ubicado en área montañosa central de la Isla de Puerto Rico, a una elevación de 210.31 m sobre el nivel del mar. La temperatura promedio anual es de 24.0 °C y la precipitación promedio anual de 1,854.2 mm. El suelo predominante en el área experimental corresponde a la serie Corozal (orden de suelo Ultisoles) (Figura1).



**Figura 1.** Imagen satelital de la Sub-Estación Experimental Agrícola de Corozal, Colegio de Ciencias Agrícolas, RUM, UPR. (Google Maps© 2016). Cuadro indica el lugar donde se estableció el experimento de campo. Punto GPS (18.323862, -66.358234). Latitud 18° 19' 09", Longitud 66° 22' 15"

### Fase de campo:

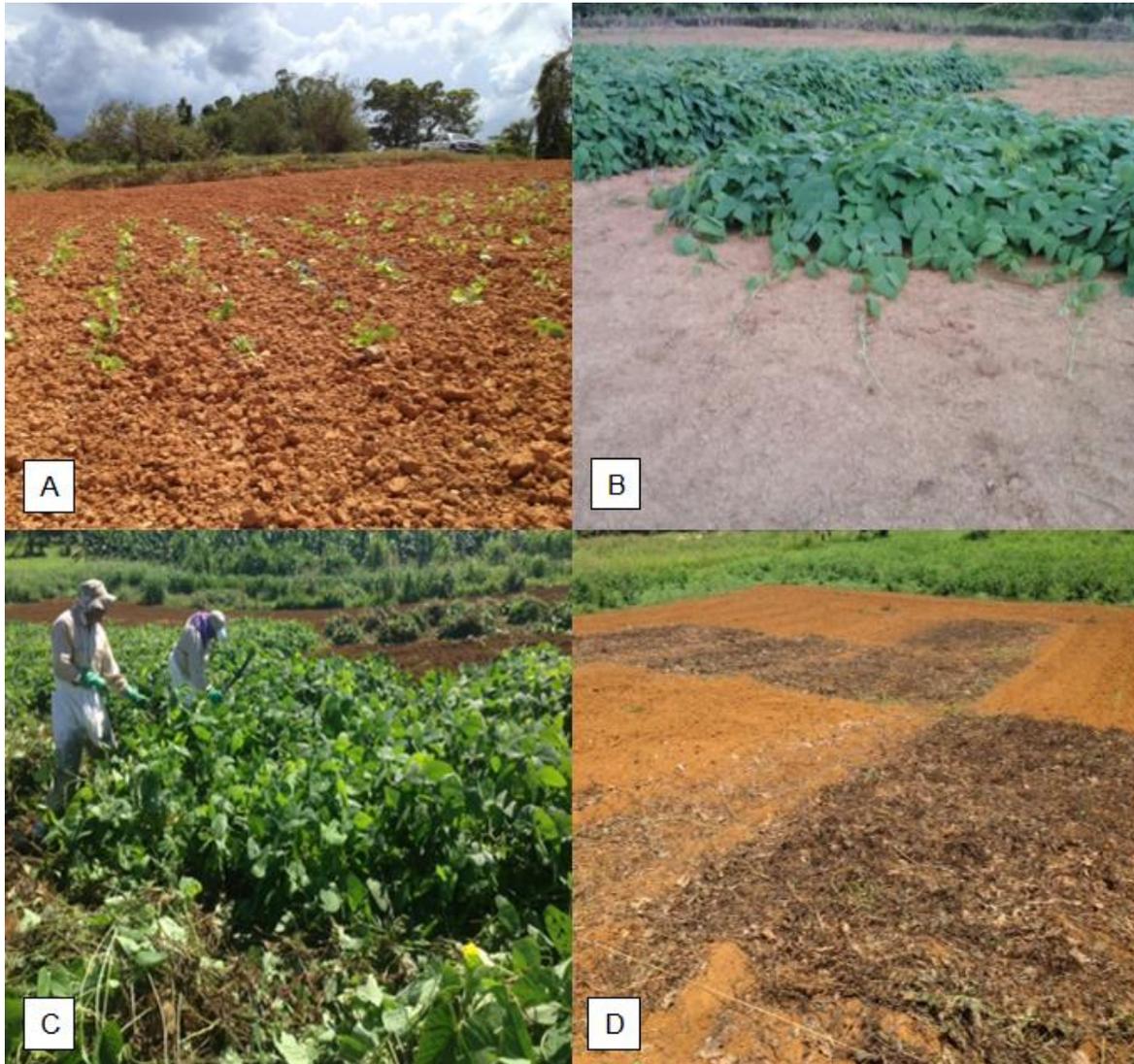
Se utilizó como cultivo principal el plátano (*Musa* spp., AAB), a una distancia de siembra de 1.8 m x 1.8 m, para una densidad poblacional de 3,086 plantas/ ha. Las prácticas agrícolas que fueron utilizadas, consistieron en una rotación corta, por espacio de 90 días con el haba de terciopelo (*Mucuna deeringiana*) y la

incorporación al suelo de gallinaza, como fuente de materia orgánica. Adicionalmente, se utilizaron dosis reducidas de los nematicidas-insecticidas comerciales oxamil (Vydate-L) y ethoprop (Mocap 15G), solos o en combinación con los tratamientos estudiados. El diseño experimental fue de bloques incompletos al azar, con ocho tratamientos, cuatros bloques y dos repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron: 1. *Mucuna*; 2. Gallinaza; 3. *Mucuna* + Gallinaza; 4. *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L; 5. *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G; 6. Vydate-L; 7. Mocap 15G y 8. Control Absoluto.

El haba de terciopelo fue propagada a nivel de invernadero y trasplantada al campo, tres semanas después. La leguminosa se sembró a una distancia de siembra de 0.90 m entre hileras y 0.90 m entre plantas, para una densidad poblacional de 12,345 plantas/ ha. La rotación de la *Mucuna* tuvo una duración de 90 días, permitiendo que la leguminosa alcanzara un desarrollo adecuado y cubriera uniformemente la parcela experimental. Al fin del ciclo de rotación el follaje de la leguminosa fue cosechado y pesado, para registrar la producción de biomasa en toneladas métricas/ha. El material vegetal fue distribuido homogéneamente sobre la parcela experimental, secado por espacio de siete días bajo el sol e incorporada al suelo con la ayuda de una cultivadora mecánica (Figura 2).

La gallinaza utilizada provino de granjas de gallinas ponedoras del municipio de Naranjito, Puerto Rico. La gallinaza fue aplicada a razón de 2.7 Kg/ planta, al momento de la siembra y en dosis de 1.36 Kg/ planta a los cuatros y ochos meses después de la siembra. La gallinaza se incorporó al suelo con la ayuda de una cultivadora mecánica al momento de la siembra, y con la ayuda de la azada, en las aplicaciones posteriores. Se utilizaron los nematicidas comerciales de Mocap 15G (ethoprop) y Vydate-L (oxamil) en dosis reducidas, solos o en combinación con los restantes tratamientos. Mocap 15G (ethoprop) fue aplicado a la dosis reducida de 28.34 g/ planta a la siembra, y a los cuatro y ocho meses después de la siembra. Vydate-L (oxamil), fue aplicado en dosis de 5.0 ml/ planta, al momento de la siembra y a los cuatro y ocho meses después de la siembra. Para establecer la efectividad

de los tratamientos se utilizó un control absoluto, donde no se aplicó ningún tratamiento para el control de los nematodos fitoparásitos.



**Figura 2.** Plantas de *Mucuna deeringiana*. A los ocho días después de la siembra **A**. A los 90 días después de la siembra **B**. Al momento de la cosecha **C**. Secado sobre el suelo **D**.

### Muestreos, extracción e identificación de nematodos:

Se realizaron cinco muestreos, con el propósito de determinar el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos, nematodos de vida libre, y poblaciones de microorganismos presentes en el suelo. Previo al establecimiento del experimento, se realizó un muestreo preliminar de suelo para determinar las poblaciones iniciales de nematodos, hongos, actinomicetos y bacterias (bacterias totales, población de *Bacillus* spp. y población de *Pseudomonas* spp.). Este muestreo fue realizado una semana antes de la iniciación del experimento. El segundo muestreo fue realizado a los 90 días después de la siembra del haba de terciopelo, para determinar el efecto de la leguminosa sobre las poblaciones de nematodos y los microorganismos del suelo. Los muestreos posteriores, fueron realizados a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida del plátano, todos ellos previos a la aplicación de los tratamientos (Figura 3).

Todas las muestras tomadas a nivel de campo fueron transportadas al laboratorio de nematodos, ubicado en el edificio BNF de la Finca de Alzamora, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. Se realizó la extracción de nematodos fitoparásitos y de vida libre, presentes en el suelo y el tejido radical del plátano mediante el método de embudo de Baermann combinados con tamices, según descrito por Chavarría-Carvajal (1988). La extracción de hongos, actinomicetos, bacterias (totales, *Bacillus* spp y *Pseudomonas* spp) fue realizada mediante diluciones seriadas y el uso de medios de cultivos selectivos para cada grupo.



**Figura 3.** Vista del predio experimental, Sub-Estación Experimental Agrícola de Corozal, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico durante el desarrollo del cultivo del plátano. Al momento de la siembra de la semilla del plátano **A**. Desarrollo del cultivo, cuatro meses después de la siembra **B**. Desarrollo del cultivo, ocho meses después de la siembra **C**. Desarrollo del cultivo, al momento de la florecida **D**.

### Extracción e identificación de nematodos:

Para la extracción de nematodos del suelo, se tomaron 325.0 cm<sup>3</sup> de suelo fresco previamente homogenizado. La muestra fue colocada en un tamiz de 0.100 mm (número 100) en combinación con un tamiz 0.032 mm (número 325), debajo. El suelo contenido en el tamiz fue lavado con agua potable hasta que ésta saliera limpia, manteniendo los tamices inclinados en ángulo de 45.0 grados, para evitar la posible pérdida de nematodos. Una vez retirado el tamiz número 100, se continuó con el mismo procedimiento para el tamiz de número 325. Con la ayuda de una espátula y una botella de lavado, el remanente de suelo fue puesto en un embudo Baerman conteniendo una rejilla de metal con una toalla de papel humedecido (Kimwipes, Kimtech Science, E.E.U.U) (Figura 4). Las muestras se dejaron en reposo por 48 horas, al final de las cuales se extrajeron los nematodos presentes en la parte inferior del embudo, y se depositaron en un tubo de 8.0 ml.

La extracción de nematodos de las raíces consistió en el lavado de las mismas con agua potable, removiendo las partículas de suelo. Las raíces se colocaron sobre papel absorbente, con el propósito de retirar la mayor cantidad de agua posible, sin deshidratar el tejido. Las raíces se cortaron en trozos de aproximadamente dos centímetros, y fueron introducidas en una bolsa plástica para ser homogenizadas, seleccionándose al azar 20.0 gramos por muestra. El tejido se colocó en una licuadora industrial Waring 51BL32 (Waring Commercial, Connecticut, E.E.U.U.) junto con 10.0 ml de agua potable, y se trituraron por 10 segundos. El licuado fue transferido a un tamiz de 0.032 mm (número 325), lavando en agua potable, hasta que la muestra quedara limpia, y manteniendo el tamiz inclinado en ángulo de 45.0 grados, para evitar la pérdida de nematodos. El tejido fue colocado con la ayuda de una espátula y una botella lavadora, en el embudo Baermann conteniendo una rejilla de metal y una toalla de papel humedecido (Kimwipes). Las muestras se dejaron en reposo por espacio de 48 horas, al final de las cuales se colectaron los nematodos presentes en la parte inferior del embudo, con un tubo de 8.0 ml (Figura 5).

La identificación de las especies de nematodos fitoparásitos y de vida libre se realizó bajo un estereoscopio (Olympus SZ61, Tokio Japón) y microscopio compuesto (Olympus U-TV1X-2, Tokio Japón), con la ayuda de claves taxonómicas (Mai and Mullin, 1996).



**Figura 4** Proceso de Extracción de nematodos del suelo. 325 cm<sup>3</sup> cantidad de suelo utilizado **A**. Lavado de suelo con la combinación de tamices (0.100 mm y 0.032 mm) **B**. Lavado de suelo con tamiz 0.032 mm **C**. Embudo Baerman conteniendo la muestra **D**.



**Figura 5.** Proceso de extracción de nematodos de las muestras de raíz. Secado de las raíces **A**. Pesado de las raíces **B**. Licuado de las raíces **C**. Lavado en el tamiz 0.032 mm **D**.

### Aislamiento de hongos, bacterias y actinomicetos:

El aislamiento de los hongos, bacterias y actinomicetos, se realizó mediante diluciones seriadas hasta  $10^{-3}$  y el uso de medios selectivos. Se pesó una muestra homogénea de 10.0 g de suelo fresco, al cual se le añadió 90.0 ml de agua destilada estéril, contenidos en una botella graduada de 100.0 ml. El contenido de la botella se homogenizó en un agitador orbital (Fisher Scientific, Pittsburgh, PA) por 30 minutos, a 150 rpm. El aislamiento de los hongos se realizó sembrando 100.0  $\mu$ L de la dilución de  $10^{-2}$  en platos Petri conteniendo agar de rosa de bengala y cloranfenicol (ARBC, Laboratorios EMD, Alemania). Los platos fueron incubados por 72 horas a 28.0 °C. Para el aislamiento de actinomicetos se utilizaron 100  $\mu$ L de la dilución de  $10^{-3}$  en agar de actinomicetos (Becton, Dickinson y compañías, Laboratorio Difco, E.E.U.U). Para determinar la población de bacterias totales se realizó la siembra de 50.0  $\mu$ L de la dilución  $10^{-3}$  en agar de soya tríptica (TSA 5%, Laboratorios Difco, E.E.U.U). El aislamiento de las especies de *Pseudomonas* spp. fue realizado transfiriendo una alícuota de 100.0  $\mu$ L de la dilución de  $10^{-3}$  en agar de *Pseudomonas* (Laboratorios Difco, E.E.U.U). Para aislar las especies de *Bacillus* spp. la dilución de  $10^{-3}$  se calentó en un baño de María por 30 minutos a una temperatura de 80.0 °C, y se sembraron 50.0  $\mu$ L en agar de soya tríptica. Los platos conteniendo los medios de cultivo se incubaron a una temperatura de 28.0°C por un periodo de 48 a 72 horas, cuando se cuantificaron las colonias en un contador de colonias (Reichert Quebec Darkfield, E.E.U.U). Los valores obtenidos del conteo de colonias fueron expresados como  $\log_{10}$  ufc/g de suelo seco (Figura 6).

### Identificación de hongos:

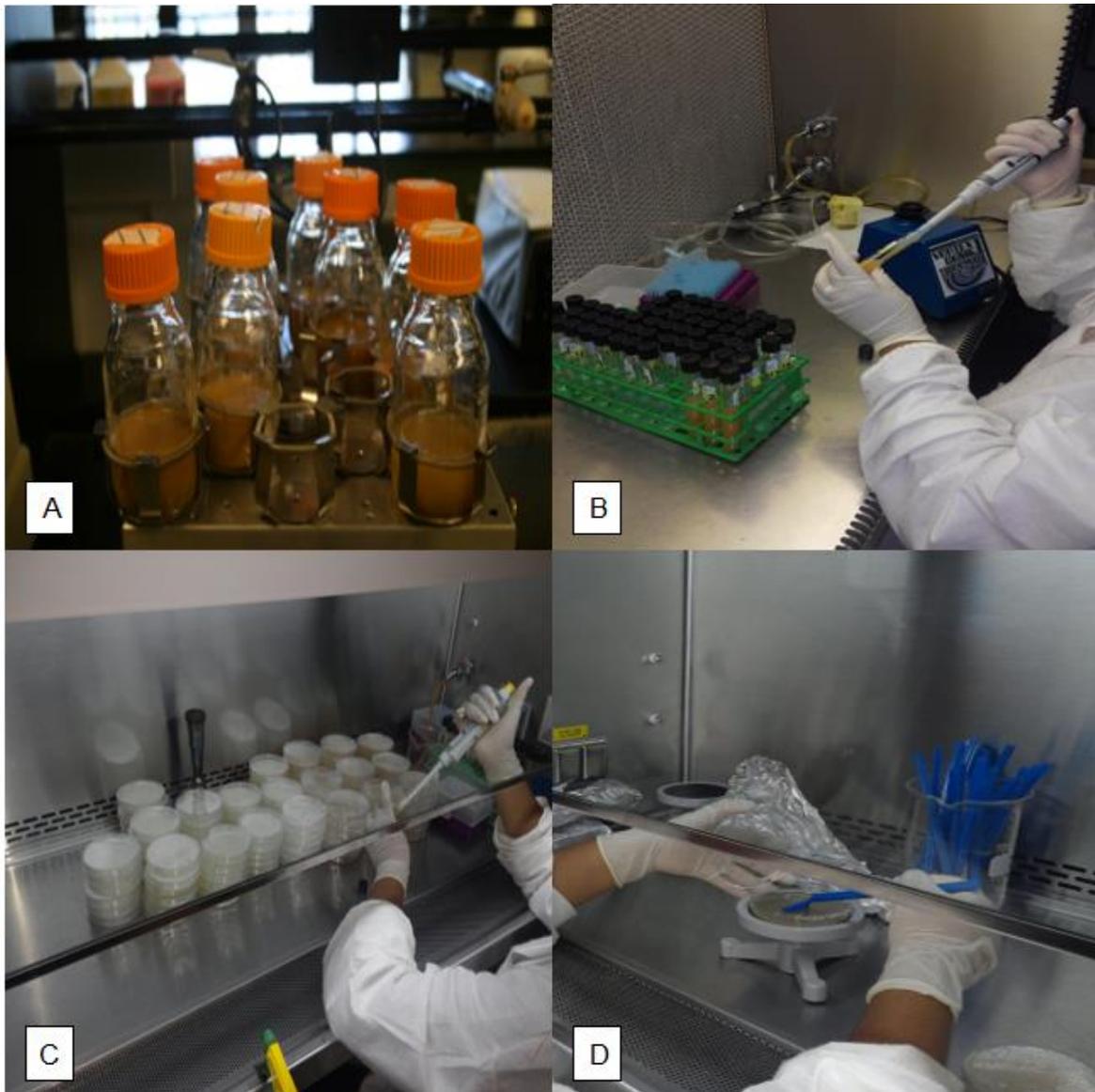
De la población de hongos aislados, se tomaron al azar tres colonias por plato Petri, para un total de 18 colonias por tratamientos. Los hongos fueron purificados en platos Petri conteniendo en agar de papa y dextrosa (APD, Laboratorios Difco, E.E.U.U). Los platos se incubaron a una temperatura de 28.0 °C, y se procedió a la identificación de las colonias mediante la ayuda de claves taxonómicas (Watanabe, 1994; Barnett y Hunter, 1998) bajo un microscopio compuesto (Olympus U-TV1X-2, Tokio Japón).

### Caracterización de bacterias:

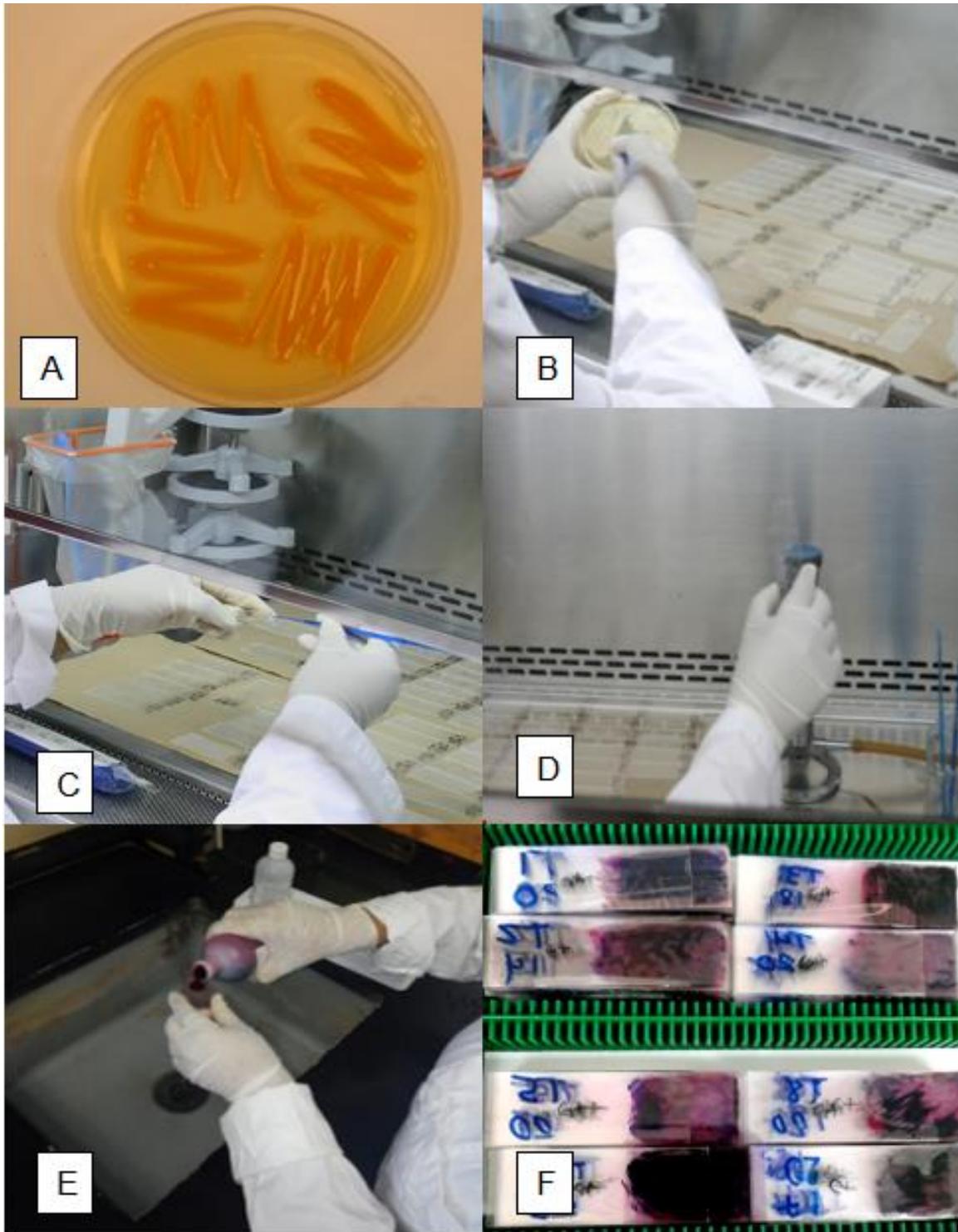
Para caracterizar la población de bacterias totales, se eligieron al azar tres colonias, para un total de 18 colonias por tratamiento. Las colonias se purificaron mediante estriado en agar de soya tríptica (TSA 5%, Laboratorios Difco, E.E.U.U) e incubaron a 28.0 °C por espacio de 48 horas. Se realizó la prueba de tinción de Gram, la cual consistió en fijar la bacteria en una laminilla de cristal mediante la aplicación de calor, seguido de la adición de varias soluciones (tinte cristal de violeta y safranina, solución de yodo y una solución descolorizante compuesta de 75% alcohol etílico + 25% de acetona entre cada tinte) (Conjunto Tinción de Gram, BD Company, E.E.U.U). Cada tinte y la solución de yodo se dejaron en la laminilla por espacio de un minuto, mientras que la solución descolorante por espacio de 3 segundos. Después de la aplicación de cada una de las soluciones, las laminillas fueron lavadas por espacio de 5 segundos, antes de aplicar la siguiente solución. Las laminillas se secaron usando papel absorbente (Bibulous, Fisher, Toronto, Canadá) y se observaron, en un microscopio compuesto (Olympus U-TV1X-2, Tokio, Japón), para determinar si es Gram positivo o Gram negativo (Figura 7).

### Análisis estadístico:

Los datos obtenidos de esta investigación se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de ( $P \leq 0.05$ ). Las medias se compararon usando la diferencia mínima significativa (DMS) de Fisher. Se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012). Se revisaron los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad. Además, se realizaron transformaciones logarítmicas para los microorganismos presentes en el suelo (hongos, actinomicetos y bacterias).



**Figura 6.** Preparación de diluciones seriadas para la extracción de los microorganismos asociados a la rizósfera del plátano. Homogenización de las muestras de suelo **A.** Preparación de diluciones seriadas hasta  $10^{-3}$  **B.** Distribución de las diluciones en platos Petri **C.** Siembra de dilución en plato Petri **D.**



**Figura 7.** Proceso de tinción Gram para la caracterización de las bacterias totales. Estriado de las bacterias en plato Petri conteniendo TSA 5% **A.** Selección de la bacteria en el plato Petri **B.** Expansión de la bacteria en la laminilla **C.** Secado en el fuego **D.** Tinción de las bacterias con los diferentes tintes **E.** Bacterias teñidas cualificada **F.**

## RESULTADOS

### **Efecto de prácticas agrícolas sobre los niveles poblacionales de nematodos fitoparásitos y nematodos de vida libre asociados al suelo, al final del ciclo de rotación con el haba de terciopelo**

#### Nivel poblacional de los nematodos fitoparásitos y nematodos de vida libre en suelo:

Previo a la siembra del haba de terciopelo se realizó un muestreo para determinar las poblaciones iniciales de nematodos fitoparásitos y de vida libre asociados al suelo, encontrándose un promedio de 21.33 larvas de *Radopholus similis*, 17.60 larvas de *Helicotylenchus multincinctus*, 17.00 larvas de *Rotylenchulus reniformis* y 190.00 larvas de nematodos de vida libre/ 100 cm<sup>3</sup> de suelo.

El haba de terciopelo se estableció en ocho parcelas dentro del predio experimental y se cosechó a los 90 días después de la siembra. Luego de cosechada, el follaje se cortó y se pesó para determinar su biomasa. El material vegetal se distribuyó homogéneamente sobre el suelo y se dejó secando bajo el sol por espacio de siete días. Luego se incorporó al suelo con la ayuda de una cultivadora mecánica. Los resultados mostraron una media general de biomasa de *Mucuna* por parcela de 29.70 ton métricas/ha.

A los 90 días de la siembra del haba de terciopelo, los conteos de los nematodos no arrojaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para las especies *H. multincinctus*, *R. reniformis* y para el total de los nematodos fitoparásitos de suelo estudiados con los tratamientos “con *Mucuna*” versus “sin *Mucuna*” (Cuadro 1). Para las poblaciones de nematodos de vida libre, no se observaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos. *R. similis* no fue detectado en el suelo en esa etapa del experimento.

**Cuadro 1.** Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos y nematodos de vida libre asociados al suelo, al final del ciclo de rotación del haba de terciopelo<sup>1, 2, 3, 4</sup>

Tratamientos	<i>H. multicinctus</i>	<i>R. reniformis</i>	Total Fitoparásitos	Nematodos vida libre
Con <i>Mucuna</i>	0.00 a	12.50 a	12.50 a	20.62 a
Sin <i>Mucuna</i>	0.80 a	26.70 a	27.50 a	21.92 a
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>1.00</b>	<b>18.30</b>	<b>18.50</b>	<b>10.10</b>

<sup>1</sup>Promedio de 2 repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05), según DMS Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como: nematodos/100 cm<sup>3</sup> suelo. <sup>3</sup>Nematodos vida libre incluyen: Rabditidos, Dorylaimidos y Aphelenchidos. <sup>4</sup>Total Fitoparásitos incluyen: *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*.

Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos, cuatro meses después de la siembra:

Nematodos fitoparásitos en suelo:

Los muestreos de campo registraron poblaciones de nematodos fitoparásitos y nematodos de vida libre asociados a suelo y la raíz. Las muestras se tomaron a los cuatro y ocho meses después de la siembra del plátano y al momento de la florecida del cultivo.

A los cuatro meses después de la siembra, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos para las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados al suelo (P≤0.05). A pesar de no observarse diferencias significativas, *R. reniformis* fue la especie más abundante, con un promedio de 168.00 larvas/ 100 cm<sup>3</sup> de suelo en el tratamiento con Gallinaza. *R. similis* no se observó en el suelo en ese momento del experimento (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos en suelo, a los cuatro meses después de la siembra <sup>1, 2, 3, 4</sup>

Tratamientos	<i>H. multincinctus</i>	<i>R. reniformis</i>	Total Fitoparásitos
<b>Mc</b>	11.00 a	21.50 a	32.50 a
<b>G</b>	4.00 a	168.00 a	172.00 a
<b>Mc + G</b>	0.50 a	2.00 a	2.50 a
<b>Mc + G + V</b>	1.50 a	18.00 a	19.50 a
<b>Mc + G + M</b>	8.50 a	11.00 a	19.50 a
<b>V</b>	0.50 a	45.00 a	45.50 a
<b>M</b>	1.00 a	20.50 a	21.50 a
<b>C A</b>	0.00 a	50.50 a	57.00 a
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>15.80</b>	<b>277.80</b>	<b>284.30</b>

<sup>1</sup>Promedio de 2 repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como: nematodos/100 cm<sup>3</sup> suelo. <sup>3</sup>Total Fitoparásitos incluyen: *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multincinctus*. <sup>4</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados al suelo, ocho meses después de la siembra:

A los ocho meses después de la siembra, se observaron diferencias significativas entre el tratamiento Control Absoluto versus el resto de los tratamientos, para la población de *R. similis* ( $P \leq 0.05$ ). Los resultados indican que los tratamientos a base de *Mucuna* y Gallinaza solos o en combinación y los nematicidas químicos (oxamil y ethoprop) fueron efectivos disminuyendo las poblaciones de los nematodos fitoparásitos asociados al suelo. Para *H. multincinctus*, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ocho meses después de la siembra del plátano, pero la media más alta la arrojó el Control Absoluto. Para las poblaciones de *R. reniformis*, los tratamientos donde se rotó el haba de terciopelo sola o en combinación con Gallinaza, Gallinaza + Vydate-L, y Gallinaza + Mocap 15G se observó un efecto reductor sobre las poblaciones de nematodos, a diferencia del Control Absoluto y el tratamiento con Gallinaza. Para la población total de nematodos fitoparásitos, a los ochos meses después de la siembra, se

observaron diferencias significativas entre el Control Absoluto y los demás tratamientos, siendo el más efectivo el tratamiento con Vydate-L, con un valor de 19.00 larvas (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos en suelo, a los ocho meses después de la siembra<sup>1, 2, 3, 4</sup>

Tratamientos	<i>R. similis</i>	<i>R. reniformis</i>	<i>H. multincinctus</i>	Total Fitoparásitos
<b>Mc</b>	2.00 a	99.00 a	2.50 a	103.50 a
<b>G</b>	3.50 a	605.00 b	0.00 a	609.00 b
<b>Mc + G</b>	3.00 a	125.00 a	0.50 a	128.50 a
<b>Mc + G + V</b>	1.00 a	40.00 a	3.00 a	44.00 a
<b>Mc + G + M</b>	0.00 a	64.00 a	21.50 a	85.50 a
<b>V</b>	0.00 a	175.00 a	1.50 a	19.00 a
<b>M</b>	1.50 a	96.00 a	6.00 a	103.50 a
<b>C A</b>	13.00 b	656.00 b	25.00 a	694.00 b
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>3.80</b>	<b>400.80</b>	<b>15.80</b>	<b>394.50</b>

<sup>1</sup>Promedio de 2 repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como: nematodos/100 cm<sup>3</sup> suelo. <sup>3</sup>Total Fitoparásitos incluyen: *Radopholus similis*; *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multincinctus*. <sup>4</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados en suelo, al momento de la florecida:

Al momento de la florecida se observó una reducción significativa (P≤0.05) de la población de *R. similis* en todos los tratamientos estudiados, en comparación con el Control Absoluto. Para las poblaciones de *R. reniformis* los tratamientos que contenían *Mucuna* y Mocap 15G (ethoprop), excepto los tratamientos con Gallinaza y la combinación *Mucuna* + Gallinaza, redujeron las poblaciones de este nematodo en el suelo comparadas con el Control Absoluto. Por último, para la población de *H. multincinctus*, los tratamientos menos efectivos en la reducción de este nematodo fueron *Mucuna* y *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para este nematodo (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de nematodos fitoparásitos asociados al suelo, al momento de la florecida<sup>1, 2, 3, 4</sup>

Tratamientos	<i>R. similis</i>	<i>R. reniformis</i>	<i>H. multincinctus</i>	Total Fitoparásitos
<b>Mc</b>	0.00 a	1.00 a	42.50 a	43.50 ab
<b>G</b>	7.50 a	455.00 b	0.00 a	52.50 ab
<b>Mc + G</b>	0.00 a	32.50 ab	2.50 a	35.00 a
<b>Mc + G + V</b>	0.00 a	1.00 a	0.00 a	28.50 a
<b>Mc + G + M</b>	0.00 a	3.00 a	25.00 a	88.00 ab
<b>V</b>	0.00 a	13.50 a	2.50 a	16.00 a
<b>M</b>	0.00 a	8.50 a	0.00 a	8.50 a
<b>C A</b>	17.50 b	270.50b	12.00 a	300.00 b
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>9.20</b>	<b>258.40</b>	<b>73.70</b>	<b>263.00</b>

<sup>1</sup>Promedio de 2 repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como: nematodos/100 cm<sup>3</sup> suelo. <sup>3</sup>Total Fitoparásitos incluyen: *Radopholus similis*; *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multincinctus*. <sup>4</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a la raíz, a los cuatro meses después de la siembra:

Luego de los cuatro meses después de la siembra del plátano, se observó una reducción notoria y significativa en las poblaciones de *R. similis*, en contraste con el Control Absoluto (P≤0.05). Para las poblaciones de *R. reniformis*, todos los tratamientos tuvieron un efecto reductor en sus poblaciones, exceptuando los tratamientos con Mocap 15G y *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G, los cuales fueron significativamente diferentes a los demás. Para las poblaciones de *H. multincinctus*, los análisis no arrojaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a la raíz, a los cuatro meses después de la siembra<sup>1, 2, 3, 4</sup>

Tratamientos	<i>R. similis</i>	<i>R. reniformis</i>	<i>H. multicinctus</i>	Total Fitoparásitos
<b>Mc</b>	15.00 a	10.00 a	30.00 a	55.00 a
<b>G</b>	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
<b>Mc + G</b>	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
<b>Mc + G+ V</b>	0.00 a	5.00 a	0.00 a	5.00 a
<b>Mc + G + M</b>	35.00 a	50.00 b	0.00 a	85.00 a
<b>V</b>	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
<b>M</b>	0.00 a	150.00 b	10.00 a	160.00 ab
<b>C A</b>	270.00 b	20.00 a	5.00 a	295.00 b
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>93.90</b>	<b>15.80</b>	<b>36.10</b>	<b>179.80</b>

<sup>1</sup>Promedio de 2 repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como: nematodos/100 g raíz. <sup>3</sup>Total Fitoparásitos incluyen: *Radopholus similis*; *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*. <sup>4</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a raíz, ocho meses después de la siembra:

A los ocho meses después de la siembra las poblaciones de *R. similis* mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, al ser comparadas con el control absoluto. Las poblaciones de *R. similis* aumentaron con respecto a las observadas a los cuatro meses después de la siembra, para los tratamientos con Vydate-L y Mocap 15G. Para la población de *R. reniformis*, los tratamientos a base *Mucuna*, *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L, *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G, Vydate-L, y Mocap 15G, fueron efectivos reduciendo sus poblaciones con respecto al Control Absoluto. En relación a las poblaciones de *H. multicinctus* no se observaron diferencias significativas entre el Control Absoluto y los demás tratamientos. Con respecto a la población total de nematodos fitoparásitos, todos los tratamientos mostraron diferencias significativas en comparación con el Control Absoluto (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociado a la raíz, a los ocho meses después de la siembra<sup>1, 2, 3, 4</sup>

Tratamientos	<i>R. similis</i>	<i>R. reniformis</i>	<i>H. multicinctus</i>	Total Fitoparásitos
<b>Mc</b>	0.00 a	10.00 a	70.00 a	80.00 a
<b>G</b>	12.50 a	290.00 c	100.00 a	402.50 a
<b>Mc + G</b>	5.00 a	90.00 ab	180.00 a	275.00 a
<b>Mc + G + V</b>	7.50 a	0.00 a	70.00 a	77.50 a
<b>Mc + G + M</b>	0.00 a	0.00 a	10.00 a	10.00 a
<b>V</b>	350.00 a	0.00 a	0.00 a	350.00 a
<b>M</b>	360.00 a	10.00 a	50.00 a	420.00 a
<b>C A</b>	865.00 b	180.00 bc	30.00 a	1,075.00 b
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>494.00</b>	<b>148.40</b>	<b>206.10</b>	<b>611.90</b>

<sup>1</sup>Promedio de 2 repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como: nematodos/100 g raíz. <sup>3</sup>Total Fitoparásitos incluyen: *Radopholus similis*; *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*. <sup>4</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados en raíz, al momento de la florecida:

Al momento de la florecida todos los tratamientos evaluados con la excepción del Control Absoluto, ejercieron un efecto reductor sobre las poblaciones de *R. similis*, *R. reniformis*, *H. multicinctus* y en la población total de nematodos fitoparásitos (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos en raíz, al momento de la florecida<sup>1, 2, 3, 4</sup>

Tratamientos	<i>R. similis</i>	<i>R. reniformis</i>	<i>H. multicinctus</i>	Total Fitoparásitos
<b>Mc</b>	0.00 a	34.00 a	0.00 a	34.00 a
<b>G</b>	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
<b>Mc + G</b>	0.00 a	50.00 a	10.00 a	60.00 a
<b>Mc + G + V</b>	0.00 a	10.00 a	0.00 a	10.00 a
<b>Mc + G + M</b>	0.00 a	60.00 a	0.00 a	60.00 a
<b>V</b>	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.50 a
<b>M</b>	10.00 a	0.00 a	0.00 a	10.00 a
<b>C A</b>	488.00 b	140.00 b	80.00 b	708.00 b
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>387.20</b>	<b>167.60</b>	<b>69.70</b>	<b>621.60</b>

<sup>1</sup>Promedio de 2 repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como: nematodos/100 g raíz. <sup>3</sup>Total Fitoparásitos incluyen: *Radopholus similis*; *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*. <sup>4</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos de vida libre asociados al suelo, cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida:

El Cuadro 8, muestra el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos de vida libre asociados en suelo, a los cuatro y ocho meses después de la siembra, y al momento de la florecida. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos a los cuatro meses, sin embargo, a los ocho meses, la incorporación al suelo de *Mucuna* en combinación con Gallinaza y Vydate-L y Gallinaza sola promovieron el incremento de la población de nematodos de vida libre en comparación con los demás tratamientos. Al momento de la florecida, en todos los tratamientos donde se incorporó Gallinaza, mostraron un incremento en las poblaciones de nematodos de vida libre en suelo, en comparación con el Control Absoluto. Estos tratamientos arrojaron diferencias significativas entre sí.

**Cuadro 8.** Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos de vida libre en suelo, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida<sup>1, 2, 3, 4</sup>

Tratamientos	4 meses	8 meses	A florecida
<b>Mc</b>	57.50 a	54.00 a	55.00 a
<b>G</b>	53.00 a	541.00 ab	818.00 b
<b>Mc + G</b>	37.00 a	312.50 a	670.00 b
<b>Mc + G + V</b>	69.50 a	1,110.50 b	582.00 b
<b>Mc + G + M</b>	53.00 a	149.50 a	473.00 b
<b>V</b>	14.50 a	4.00 a	8.50 a
<b>M</b>	10.50 a	6.50 a	16.50 a
<b>C A</b>	7.50 a	13.00 a	38.50 a
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>98.50</b>	<b>778.50</b>	<b>414.20</b>

<sup>1</sup>Promedio de 2 repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como: nematodos/100 cm<sup>3</sup> suelo. <sup>3</sup>Nematodos de vida libre incluyen: Rabditidos, Dorylaimidos y Aphelenchidos. <sup>4</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos de vida libre asociados a raíz, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida:

Para las poblaciones de nematodos de vida libre en raíz, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para los tres periodos evaluados (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de nematodos de vida libre en raíz, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida<sup>1, 2, 3, 4</sup>

Tratamientos	4 meses	8 meses	Florecida
Mc	740.00 a	630.00 a	1,320.00 a
G	0.00 a	4,570.00 a	650.00 a
Mc + G	0.00 a	2,640.00 a	4,650.00 a
Mc + G + V	0.00 a	2,930.00 a	1,850.00 a
Mc + G + M	60.00 a	20.00 a	150.00 a
V	0.50 a	330.00 a	0.00 a
M	25.00 a	3,180.00 a	120.00 a
C A	100.00 a	1,090.00 a	2,340.00 a
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>1,047.60</b>	<b>5,521.70</b>	<b>4,658.50</b>

<sup>1</sup>Promedio de 2 repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como: nematodos/100 g raíz. <sup>3</sup>Nematodos de vida libre incluyen: Rabditidos, Dorylaimidos y Aphelenchidos. <sup>4</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

### **Efecto de las prácticas agrícolas sobre los niveles poblacionales de bacterias, hongos y actinomicetos, asociados a la rizósfera del plátano**

Para determinar los niveles poblacionales de microorganismos en el área de estudio, se realizó un muestreo de suelo previo a la aplicación de los tratamientos. Los valores poblacionales obtenidos fueron: hongos (2.80), bacterias totales (3.30), *Bacillus* spp. (2.40), *Pseudomonas* spp. (1.30) y actinomicetos (3.20), todos expresados en unidades formadoras de colonia (ufc)/g de suelo seco.

#### Niveles poblacionales de: hongos, bacterias totales, *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. y actinomicetos:

A los 90 días después de la siembra del haba de terciopelo se observaron diferencias significativas (P≤0.05) en los niveles poblacionales de hongos, *Pseudomonas* spp. y actinomicetos en los tratamientos con *Mucuna* versus sin *Mucuna*. Sin embargo, para la población total de bacterias y *Bacillus* spp., no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Cabe destacar que para

todas las poblaciones de microorganismos presentes en el suelo, el tratamiento con *Mucuna* mostro la tendencia a presentar medias más altas que aquellas presentes en el tratamiento sin *Mucuna* (Cuadro 10). En la Figura 8 se observan colonias de los diferentes microorganismos estudiados, en medios de cultivos selectivos.

**Cuadro 10.** Efecto de los tratamientos sobre la población de microorganismos asociados al suelo, 90 días después de la siembra del haba de terciopelo <sup>1, 2</sup>

Tratamientos	Hongos	Bacterias totales	<i>Bacillus</i> spp.	<i>Pseudomanas</i> spp.	Actinomicetos
Con <i>Mucuna</i>	3.40 b	3.30 a	2.62 a	0.50 b	3.10 b
Sin <i>Mucuna</i>	3.20 a	3.23 a	2.00 a	0.20 a	2.90 a
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>0.17</b>	<b>0.16</b>	<b>1.03</b>	<b>0.25</b>	<b>0.16</b>

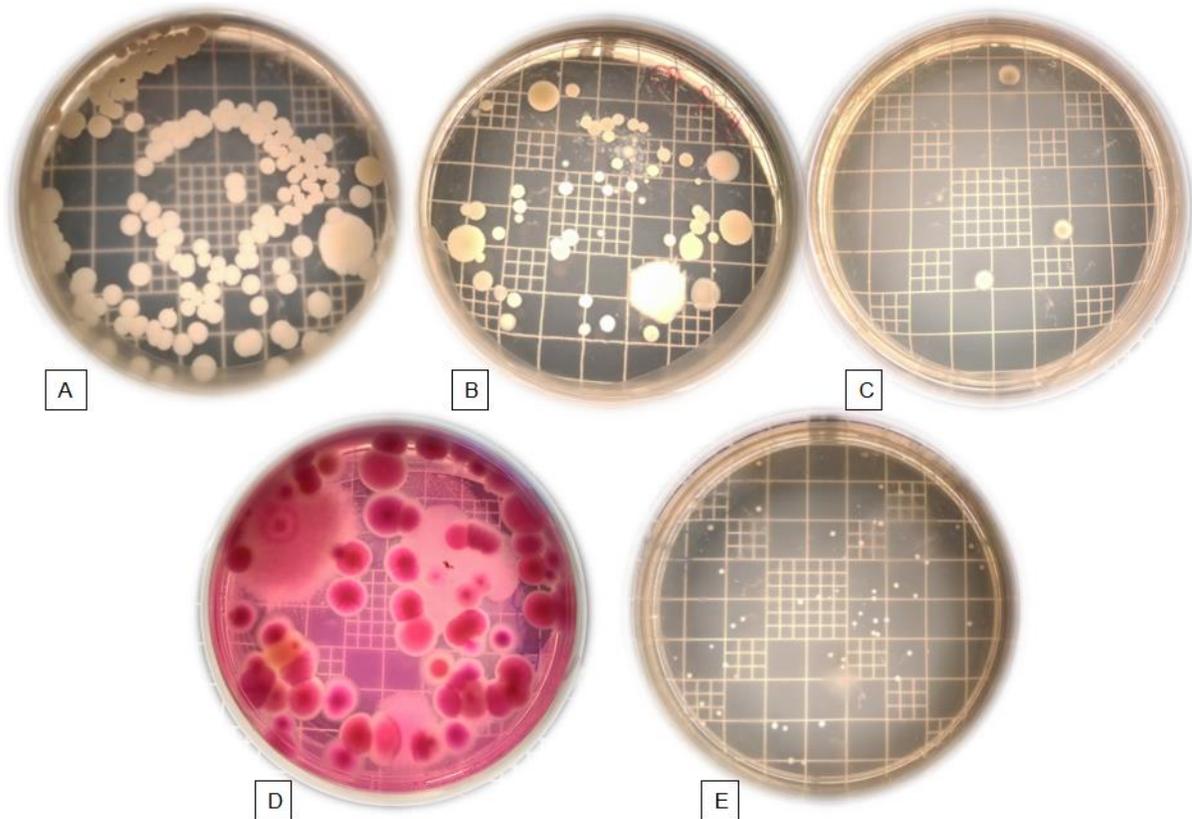
<sup>1</sup>Valores expresados como log<sub>10</sub> ufc/g suelo seco. <sup>2</sup>Promedio de 10 repeticiones por tratamiento. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer.

#### Niveles poblacionales de hongos:

Al compararse las medias a un nivel de significancia de (P≤0.05) se observaron diferencias significativas en las poblaciones de hongos en los tres períodos de tiempo evaluados. Se observó que en general la población de hongos aumenta en la medida que la plantación se desarrolla. A los cuatro meses después de la siembra, los tratamientos que mostraron mayor efecto sobre las poblaciones de hongos fueron: Gallinaza con 3.40 ufc/g de suelo seco y *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L con 3.31 ufc/g de suelo seco; siendo ambos valores significativamente diferentes al del Control Absoluto y los restantes tratamientos.

A los ocho meses después de la siembra, los tratamientos *Mucuna* + Gallinaza con 3.64 ufc/g de suelo seco, *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L con 3.62 ufc/g de suelo seco y *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G con 3.50 ufc/g de suelo seco, alcanzaron los promedios más elevados y mostraron diferencias mínimas significativas en comparación con el Control Absoluto con 2.50 ufc/g de suelo seco. En cuanto al momento de la florecida, se observaron diferencias significativas entre tratamientos, excepto el Control Absoluto. Los tratamientos de *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G con 3.80 ufc/g de suelo seco y *Mucuna* con 3.32 ufc/g de suelo seco presentaron diferencias significativas entre ellos, pero no fueron distintos al ser

comparados con el Control Absoluto. Es necesario destacar que los tratamientos que contenían Gallinaza obtuvieron la media más elevada en las poblaciones de hongos durante todo el ciclo del cultivo (Cuadro 11).



**Figura 8.** Microorganismos asociados en la rizósfera del plátano. Colonia de bacterias totales en agar de soya tríptica **A**. Colonias de *Bacillus* spp. en agar de soya tríptica **B**. Colonias de *Pseudomonas* spp. en agar de *Pseudomonas* **C**. Colonias de hongos en agar de rosa de bengala y cloranfenicol **D**. Colonias de actinomicetos en agar de actinomicetos **E**.

**Cuadro 11.** Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de hongos asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida<sup>1, 2, 3</sup>

Tratamientos	4 meses	8 meses	Florecida
<b>Mc</b>	2.50 ab	3.20 bcd	3.32 a
<b>G</b>	3.40 d	3.43 bcd	3.72 bc
<b>Mc + G</b>	2.84 c	3.64 d	3.50 abc
<b>Mc + G + V</b>	3.31 d	3.62 d	3.70 bc
<b>Mc + G + M</b>	2.90 c	3.50 cd	3.80 c
<b>V</b>	2.70 bc	3.00 b	3.41 ab
<b>M</b>	2.40 a	3.14 bc	3.60 abc
<b>C A</b>	2.64 abc	2.50 a	3.60 abc
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>0.30</b>	<b>0.50</b>	<b>0.40</b>

<sup>1</sup>Promedio de dos repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como log<sub>10</sub> ufc/g suelo seco. <sup>3</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

#### Niveles poblacionales de bacterias totales:

El cuadro 12, muestra el efecto de los tratamientos a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida. Al compararse el efecto de los tratamientos, a los cuatro meses después de la siembra se observaron diferencias significativas en los niveles poblacionales de bacterias totales para los tratamientos con *Mucuna* con 3.10 ufc/g de suelo seco, Gallinaza con 3.30 ufc/g de suelo seco, *Mucuna* + Gallinaza + Vydate L con 3.40 ufc/g de suelo seco y *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G con 3.81 ufc/g de suelo seco en comparación con el Control Absoluto que presentó un valor de 2.70 ufc/g de suelo seco. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, para las poblaciones de bacterias totales a los ocho después de la siembra y al momento de la florecida.

**Cuadro 12.** Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de bacterias totales asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida<sup>1, 2, 3</sup>

Tratamientos	4 meses	8 meses	Florecida
<b>Mc</b>	3.10 b	3.20 a	3.50 a
<b>G</b>	3.30 bc	3.54 a	3.90 a
<b>Mc + G</b>	3.04 b	3.50 a	3.83 a
<b>Mc + G + V</b>	3.40 c	3.60 a	3.94 a
<b>Mc + G + M</b>	3.81 d	3.50 a	4.43 a
<b>V</b>	2.60 a	3.00 a	3.50 a
<b>M</b>	2.70 a	3.23 a	3.91 a
<b>C A</b>	2.70 a	3.10 a	3.80 a
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>0.26</b>	<b>0.65</b>	<b>1.00</b>

<sup>1</sup>Promedio de dos repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como log<sub>10</sub> ufc/g suelo seco. <sup>3</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

#### Niveles poblacionales de *Bacillus* spp.:

El cuadro 13, muestra los niveles poblacionales de *Bacillus* spp. Los análisis arrojaron diferencias significativas (P≤0.05) en las poblaciones de *Bacillus* spp. en las tres épocas evaluadas. Se observó una tendencia durante las tres épocas en los tratamientos, donde los promedios más altos se obtuvieron cuando se utilizó el haba de terciopelo. A los cuatro meses después de la siembra, las medias más altas se observaron en los tratamientos de *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G con 4.00 ufc/g de suelo seco, *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L y *Mucuna* + Gallinaza, ambas con 3.40 ufc/g de suelo seco. Estos tratamientos fueron significativamente diferentes al observado en el Control Absoluto con 2.90 ufc/g de suelo seco y Mocap 15G con 2.10 ufc/g de suelo seco, los cuales presentaron las medias más bajas. A los ocho meses después de la siembra se detectaron diferencias mínimas significativas para los tratamientos de *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L, *Mucuna* + Gallinaza y *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G, todos con una media de 3.40 ufc/g de suelo seco, a diferencia del Control Absoluto (2.60 ufc/g de suelo seco). Para los tratamientos

evaluados al momento de la florecida se observaron diferencias significativas entre los tratamientos de *Mucuna*, Gallinaza, *Mucuna* + Gallinaza, *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L y *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G con el tratamiento de Vydate-L.

**Cuadro 13.** Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de *Bacillus* spp. asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida<sup>1, 2,3</sup>

Tratamientos	4 meses	8 meses	Florecida
<b>Mc</b>	3.40 c	3.13 bc	2.53 b
<b>G</b>	3.20 bc	2.83 ab	3.60 c
<b>Mc + G</b>	3.40 c	3.40 c	3.60 c
<b>Mc + G + V</b>	3.43 c	3.40 c	3.63 c
<b>Mc + G + M</b>	4.00 d	3.40 c	3.33 bc
<b>V</b>	3.32 c	2.80 ab	2.30 a
<b>M</b>	2.10 a	2.90 ab	2.34 ab
<b>C A</b>	2.90 b	2.60 a	2.70 abc
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>0.34</b>	<b>0.46</b>	<b>1.02</b>

<sup>1</sup>Promedio de dos repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como log<sub>10</sub> ufc/g suelo seco. <sup>3</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

#### Niveles poblacionales de *Pseudomonas* spp.:

Los resultados observados para las poblaciones de *Pseudomonas* spp. para todo el ciclo del cultivo no arrojaron diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. Los promedios obtenidos son relativamente bajos durante todo el ciclo del cultivo (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de *Pseudomonas* spp. asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida<sup>1, 2, 3</sup>

Tratamientos	4 meses	8 meses	Florecida
<b>Mc</b>	0.20 a	0.90 a	1.60 a
<b>G</b>	0.33 a	0.33 a	2.33 a
<b>Mc + G</b>	0.00 a	1.03 a	1.62 a
<b>Mc + G + V</b>	0.52 a	0.90 a	1.53 a
<b>Mc+ G + M</b>	0.20 a	0.91 a	2.80 a
<b>V</b>	0.50 a	0.20 a	2.01 a
<b>M</b>	0.00 a	0.73 a	2.10 a
<b>C A</b>	0.20 a	1.30 a	2.33 a
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>0.52</b>	<b>1.30</b>	<b>1.36</b>

<sup>1</sup>Promedio de dos repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como log<sub>10</sub> ufc/g suelo seco. <sup>3</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

#### Niveles poblacionales de actinomicetos:

El cuadro 15, muestra el efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de actinomicetos asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida. Solo se observan diferencias significativas en las poblacionales de actinomicetos a los cuatro meses después de la siembra (P≤0.05). En ese momento se detectaron diferencias significativas en los tratamientos *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L y *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G, ambos con 3.30 ufc/g de suelo seco y el tratamiento de Gallinaza con 3.20 ufc/g de suelo seco, al ser comparados con el Control Absoluto que mostró 1.84 ufc/g de suelo seco. A los ocho meses después de la siembra y a la florecida, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. En las épocas evaluadas, los niveles poblacionales aumentaron a medida que transcurrió el tiempo de la aplicación de los tratamientos con *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L y *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G. Es notable que estos tratamientos obtuvieron las medias más altas durante todo el ciclo de cultivo.

**Cuadro 15.** Efecto de los tratamientos sobre los niveles poblacionales de actinomicetos asociados a la rizósfera del plátano, a los cuatro y ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida<sup>1,2,3</sup>

Tratamientos	4 meses	8 meses	Florecida
Mc	2.40 b	3.00 a	3.50 a
G	3.20 c	3.50 a	3.90 a
Mc + G	2.33 b	3.14 a	3.50 a
Mc + G + V	3.30 c	3.50 a	4.02 a
Mc + G + M	3.30 c	3.34 a	4.30 a
V	1.70 a	2.41 a	3.50 a
M	2.23 ab	3.03 a	4.00 a
C A	1.84 ab	2.52 a	3.20 a
<b>DMS (P≤0.05)</b>	<b>0.60</b>	<b>1.47</b>	<b>2.10</b>

<sup>1</sup>Promedio de dos repeticiones. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P≤0.05) según DMS de Fischer. <sup>2</sup>Valores expresados como log<sub>10</sub> ufc/g suelo seco. <sup>3</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

### **Caracterización de los grupos de microorganismos asociados a la rizósfera del plátano, basados en el uso de medios selectivos y tinción de Gram**

#### Diversidad de los géneros de hongos después del ciclo corto de rotación con el haba de terciopelo:

*Paecilomyces* spp. fue en general el hongo aislado con más frecuencia, con un 20.80% de total de la población de hongos en el tratamiento con *Mucuna* y un 16.70% en el suelo en barbecho. De igual modo le siguen los géneros *Eurotium* spp. con 24.20%, *Fusarium* spp. con 12.50% y *Mucor* spp. con 10.80% en los tratamientos donde se utilizó el haba de terciopelo, mientras que en el suelo donde no se aplicó ningún tratamiento, las poblaciones fueron menores, exceptuando a *Fusarium* spp. que resultó ser mayor en este ciclo (Cuadro 16, Figura 8).

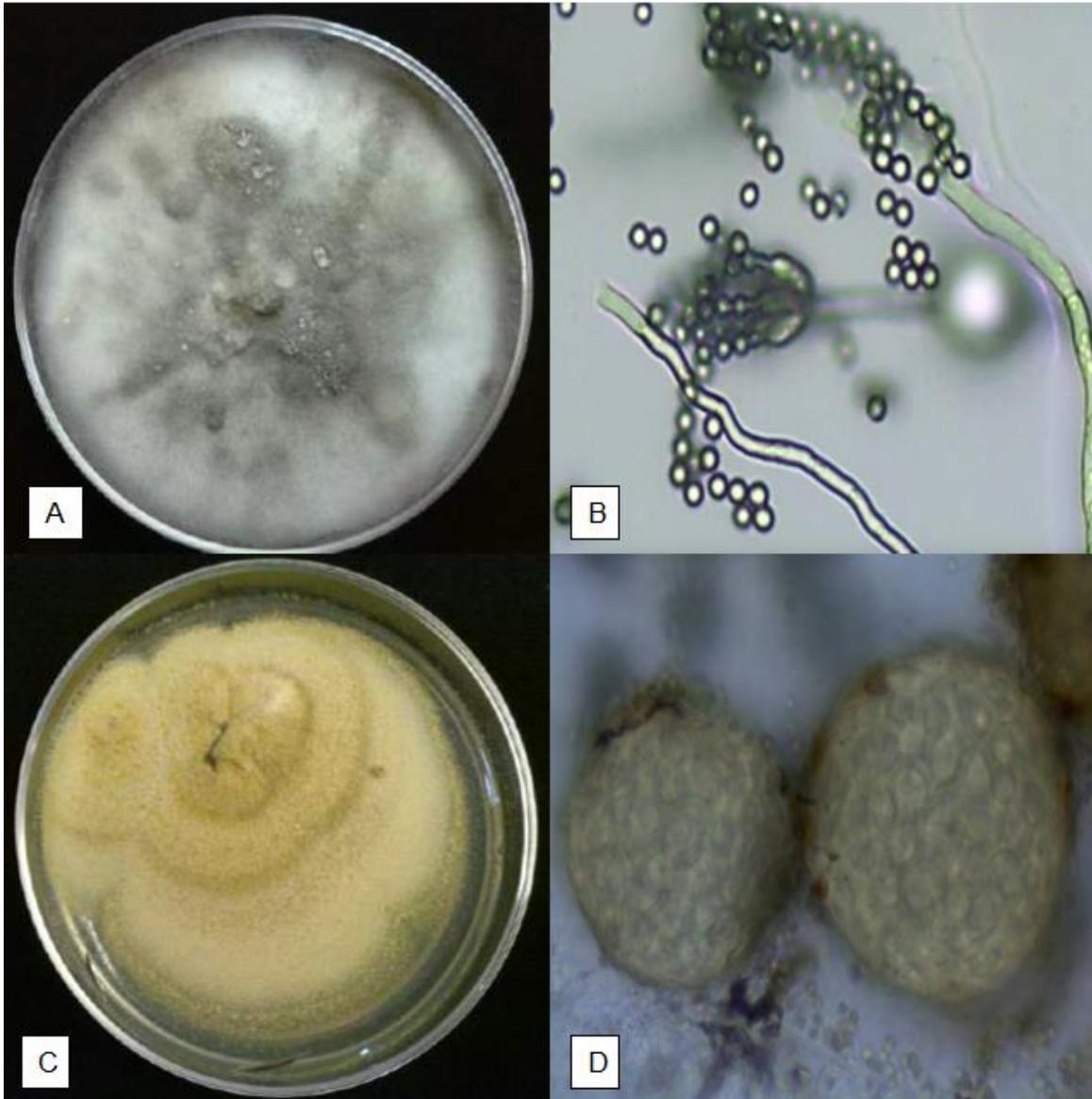
**Cuadro 16.** Diversidad de hongos asociados al suelo 90 días después de la siembra del haba de terciopelo<sup>1, 2</sup>

<b>Géneros</b>	<b>Con <i>Mucuna</i></b>	<b>Sin <i>Mucuna</i></b>
<i>Absidia</i> spp.	1(0.80)	4 (2.20)
<i>Aspergillus</i> spp.	12 (10.00)	5 (2.80)
<i>Chaetomium</i> spp.	2 (1.70)	4 (2.20)
<i>Curvularia</i> spp.	6 (5.00)	7 (3.90)
<i>Eurotium</i> spp.	29 (24.20)	27 (15.00)
<i>Fusarium</i> spp.	15 (12.50)	16 (8.90)
<i>Mortierela</i> spp.	1(0.80)	12 (6.70)
<i>Mucor</i> spp.	13 (10.80)	10 (5.60)
<i>Paecilomyces</i> spp.	25 (20.80)	30 (16.70)
<i>Periconia</i> spp.	0 (0.00)	10 (5.60)
<i>Trichoderma</i> spp.	5 (4.20)	13 (7.20)
Desconocidos <sup>3</sup>	11 (9.20)	42 (23.30)
<b>Total</b>	<b>120 (100.00)</b>	<b>180 (100.00)</b>

<sup>1</sup>Valores representan el número total de 120 y 180 aislados en el muestreo. <sup>2</sup>Valores en paréntesis representan el porcentaje de hongos aislados. <sup>3</sup>Hongos sin la presencia de estructuras reproductoras para su identificación

Diversidad bacteriana después del ciclo corto de rotación con el haba de terciopelo:

De la selección al azar de las poblaciones de bacterias totales, las más predominantes pertenecen al grupo de las Gram positivas. En el tratamiento con *Mucuna* fueron más abundantes las bacterias Gram positivas con un 88.30% de la población total en comparación con el tratamiento sin *Mucuna* que solo presentó un 55.60% de las bacterias Gram positivas (Cuadro 17). Resultados similares fueron encontrados en el muestreo preliminar donde se obtuvo una diversidad bacteriana de 93.30% Gram positivo y un 6.70% Gram negativo (Apéndice 2).



**Figura 9.** Hongos más frecuentemente aislados en la rotación con el haba de terciopelo (40 X). Colonia de *Paecilomyces* spp. en Agar de papa y Dextrosa (APD) **A.**; Conidióforo de *Paecilomyces* spp. **B.**; Colonia de *Eurotium* spp. en APD **C.**; Cleistotecios de *Eurotium* spp. **D.**

**Cuadro 17.** Efecto de los tratamientos sobre poblaciones de bacterias totales clasificadas en Gram positivas (+) y Gram negativas (-), asociados al suelo, a los 90 días después de la siembra del haba de terciopelo<sup>1, 2</sup>

Tratamiento	Gram (+)	Gram (-)
Con <i>Mucuna</i>	106 (88.30)	14 (11.70)
Sin <i>Mucuna</i>	100 (55.60)	80 (44.40)
<b>Total</b>	<b>206 (100.00)</b>	<b>94 (100.00)</b>

<sup>1</sup>Valores representan el número de aislados de 300 analizados. <sup>2</sup>Valores en paréntesis representan porcentaje de cada grupo

Diversidad de hongos asociados a la rizósfera del plátano al momento de la florecida:

*Aspergillus* spp. fue en general el hongo más frecuentemente aislado, mostrando su mayor porcentaje en el tratamiento de *Mucuna* con un 4.70%. Se hallaron resultados similares en los tratamientos de: *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G, con 4.32% y Gallinaza con un 3.60%, donde el mayor número de aislados pertenecía a este género. *Paecilomyces* spp. fue el segundo genero más frecuentemente aislado, observándose su mayor promedio en los tratamientos de *Mucuna* + Gallinaza con 4.00%. Además, en los tratamientos con *Mucuna*, Vydate-L y Mocap 15G con 2.52%, respectivamente. En los tratamientos de Vydate-L y Gallinaza, la mayor cantidad de hongos aislados correspondieron al género *Trichoderma* spp. con valores de 3.60% y 2.90%, respectivamente (Cuadro 18) (Figuras 10, 11 y 12).

**Cuadro 18.** Efectos de los tratamientos sobre la diversidad de hongos asociados a la rizósfera del plátano, al momento de la florecida<sup>1, 2, 3</sup>

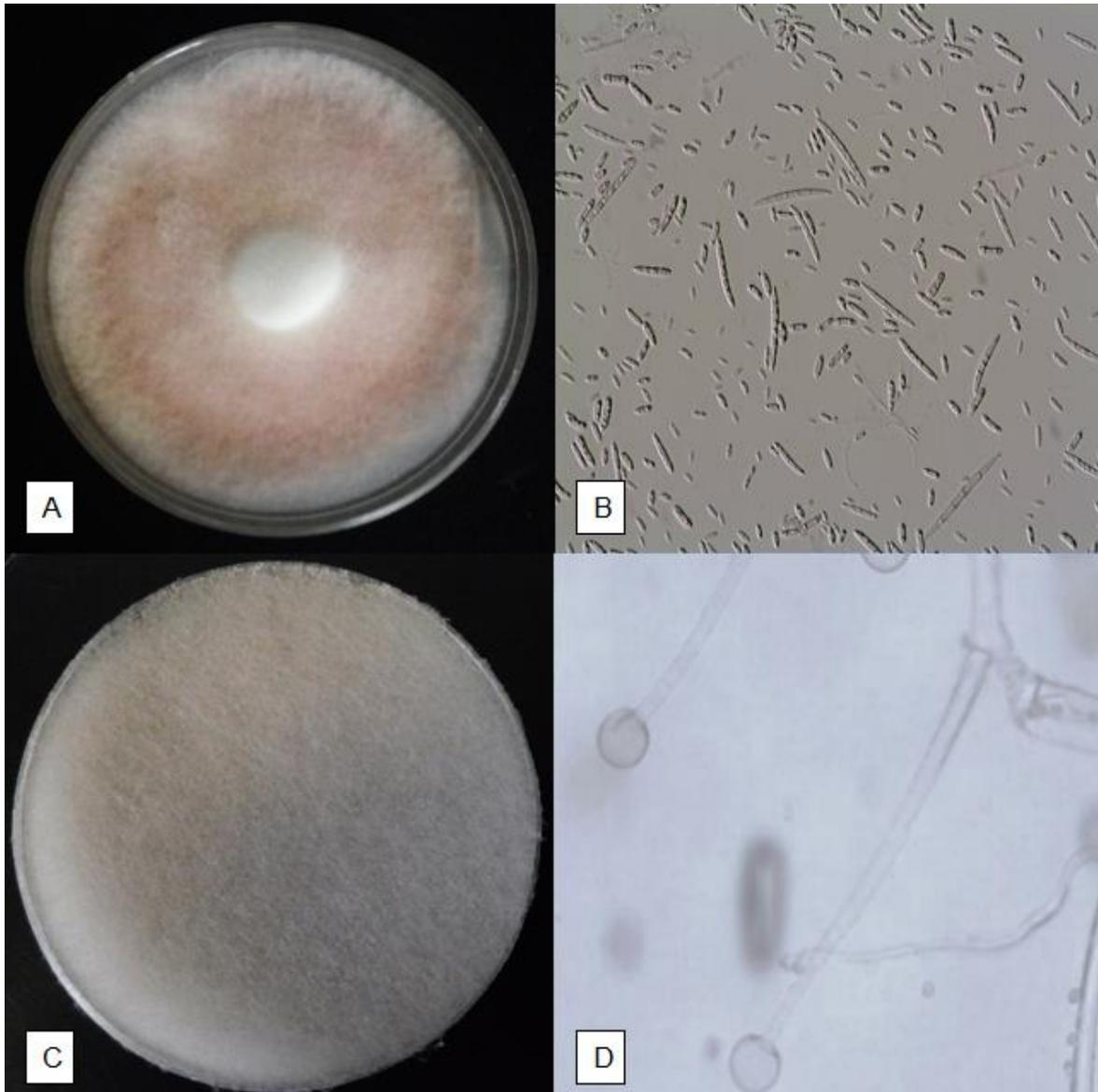
Tratamientos	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Chaetomium</i> spp.	<i>Curvularia</i> spp.	<i>Eurotium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Humicola</i> spp.	<i>Monilia</i> spp.
<b>Mc</b>	13 <sup>2</sup> (4.70) <sup>3</sup>	0 (0.00)	0 (0.00)	4 (1.44)	5 (1.80)	0 (0.00)	0 (0.00)
<b>G</b>	10 (3.60)	0 (0.00)	1 (0.40)	2 (0.72)	3 (1.10)	1 (0.40)	1 (0.40)
<b>Mc + G</b>	6 (2.20)	4 (1.44)	0 (0.00)	1 (0.40)	4 (1.44)	0 (0.00)	0 (0.00)
<b>Mc + G + V</b>	6 (2.20)	5 (1.80)	1 (0.40)	3 (1.10)	4 (1.44)	0 (0.00)	0 (0.00)
<b>Mc + G + M</b>	12 (4.32)	0 (0.00)	1 (0.40)	3 (1.10)	4 (1.44)	0 (0.00)	0 (0.00)
<b>V</b>	7 (2.52)	0 (0.00)	2 (0.72)	2 (0.72)	2 (0.72)	0 (0.00)	0 (0.00)
<b>M</b>	8 (2.90)	2 (0.72)	3 (1.10)	0 (0.00)	8 (2.90)	0 (0.00)	0 (0.00)
<b>C A</b>	4 (1.44)	4 (1.44)	5 (1.80)	3 (1.10)	6 (2.20)	0 (0.00)	0 (0.00)

<sup>1</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto. <sup>2</sup>Valores representan el número total de 36 aislados. <sup>3</sup>Valores en paréntesis representan el porcentaje

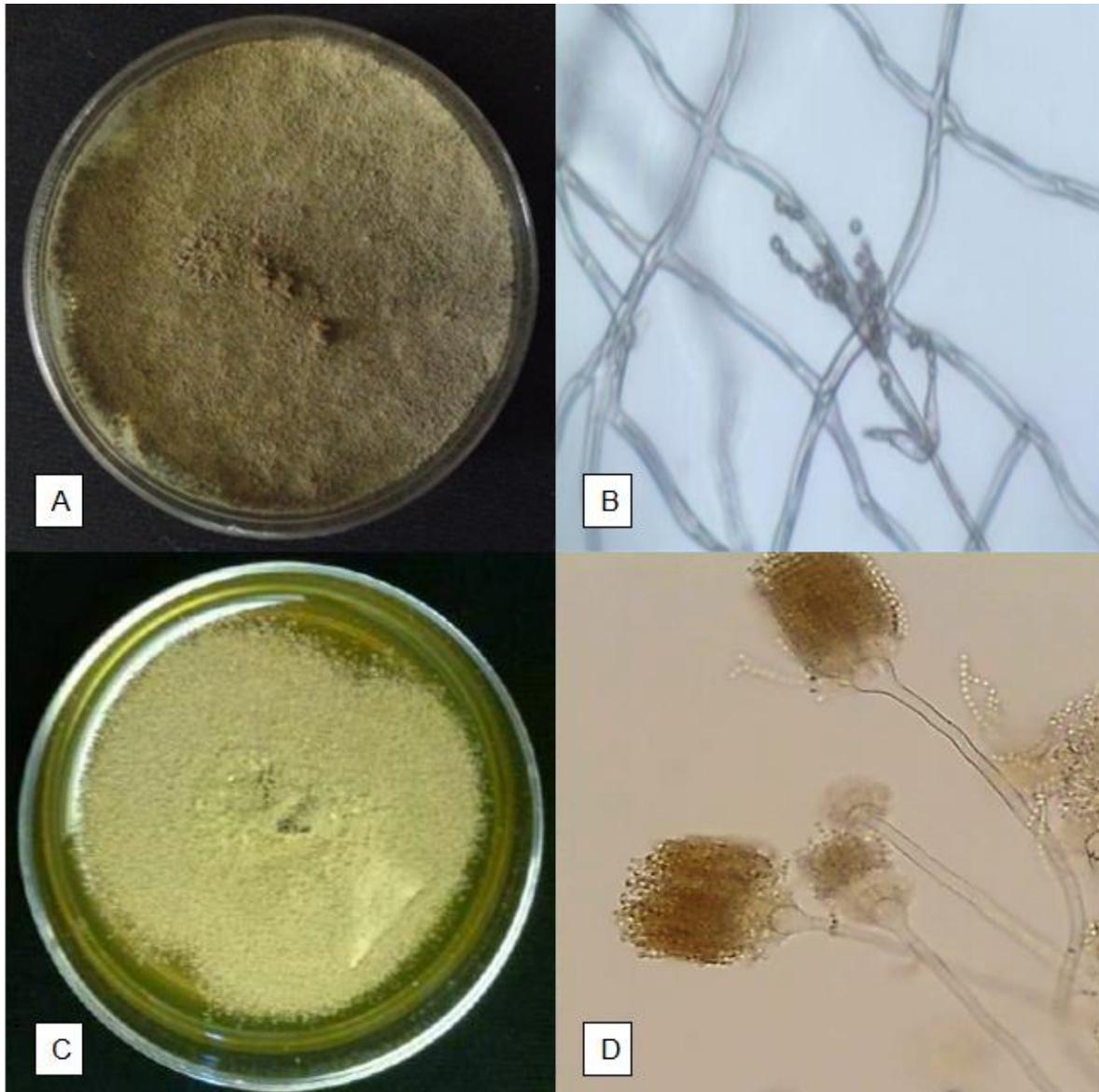
**Cuadro 18 (Cont.).** Efectos de los tratamientos sobre la diversidad de hongos asociados a la rizósfera del plátano, al momento de la florecida<sup>1, 2, 3</sup>

Tratamientos	<i>Mortierella</i> spp.	<i>Mucor</i> spp.	<i>Paecilomyces</i> spp.	<i>Periconia</i> spp.	<i>Trichoderma</i> spp.	Desconocidos <sup>4</sup>	Total
<b>Mc</b>	0 (0.00)	4 (1.44)	7 (2.52)	0 (0.00)	2 (0.72)	1 (0.40)	36 (100.00)
<b>G</b>	0 (0.00)	3 (1.10)	4 (1.44)	2 (0.72)	8 (2.90)	1 (0.40)	36 (100.00)
<b>Mc + G</b>	0 (0.00)	3 (1.10)	11 (4.00)	0 (0.00)	4 (1.44)	3 (1.10)	36 (100.00)
<b>Mc + G + V</b>	0 (0.00)	3 (1.10)	3 (1.10)	6 (2.20)	5 (1.80)	0 (0.00)	36 (100.00)
<b>Mc + G + M</b>	0 (0.00)	5 (1.80)	2 (0.72)	0 (0.00)	6 (2.20)	3 (1.10)	36 (100.00)
<b>V</b>	0 (0.00)	4 (1.44)	7 (2.52)	0 (0.00)	10 (3.60)	2 (0.72)	36 (100.00)
<b>M</b>	1 (0.40)	2 (0.72)	7 (2.52)	2 (0.72)	2 (0.72)	1 (0.40)	36 (100.00)
<b>C A</b>	1 (0.40)	2 (0.72)	3 (1.10)	4 (1.44)	1 (0.40)	3 (1.10)	36 (100.00)

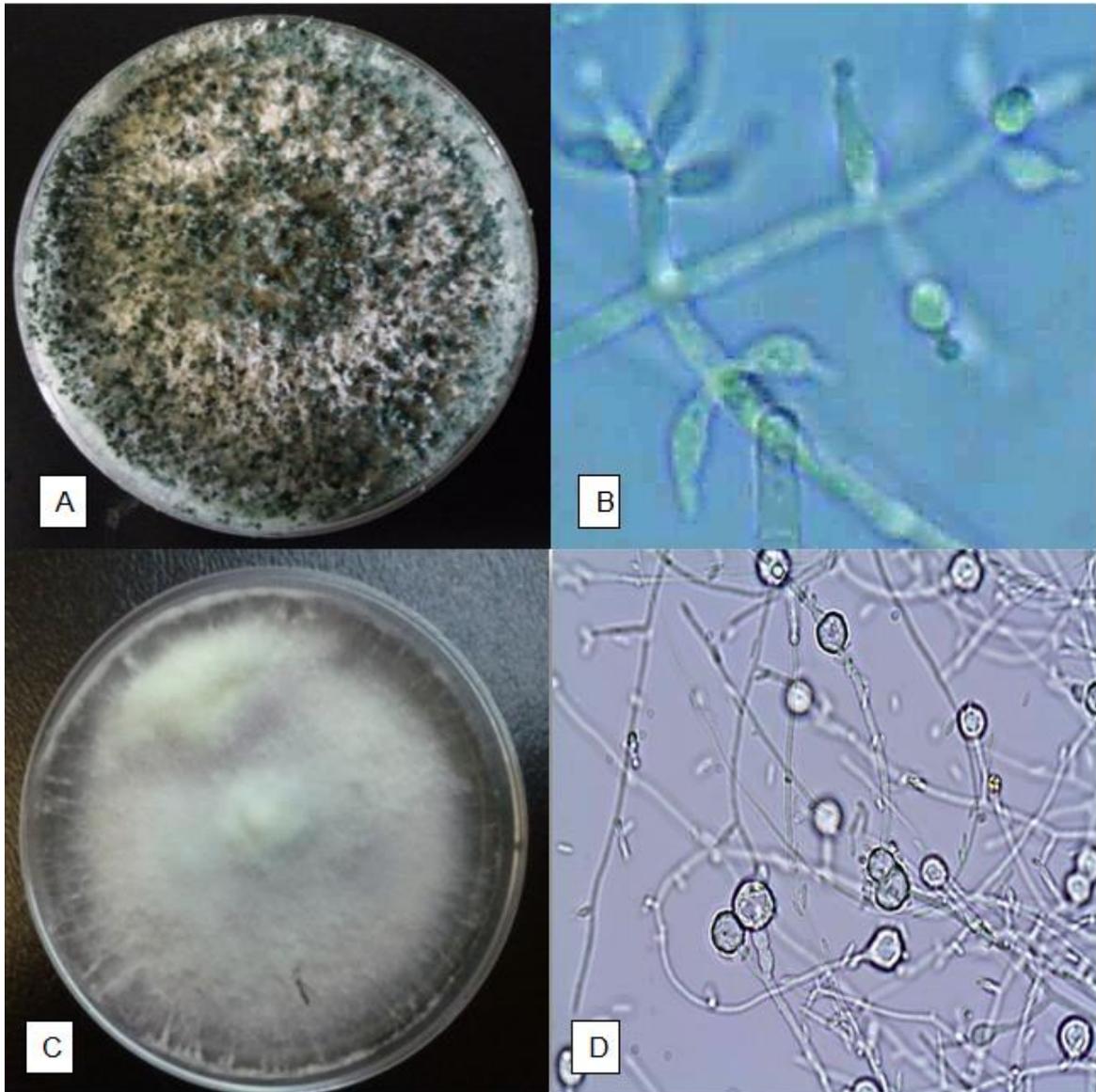
<sup>1</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.<sup>2</sup>Valores representan el número total de 36 aislados. <sup>3</sup>Valores en paréntesis representan el porcentaje. <sup>4</sup>Hongos sin la presencia de estructuras reproductivas para su identificación



**Figura 10.** Hongos más frecuentemente aislados de la rizósfera del plátano, al momento de la florecida (40 X). Colonia de *Fusarium* spp. APD **A**; Macro y micro Conidios de *Fusarium* spp. **B**; Colonia de *Mucor* spp. en APD **C**; Esporangios de *Mucor* spp. **D**.



**Figura 11.** Hongos más frecuentemente aislados de la rizósfera del plátano, al momento de la florecida (40 X). Colonia de *Paecilomyces* spp. en APD **A.**; Conidióforo de *Paecilomyces* spp. **B.**; Colonia de *Aspergillus* spp. en APD **C.**; Conidióforo de *Aspergillus* spp **D.**



**Figura 12.** Hongos más frecuentemente aislados de la rizósfera del plátano, al momento de la florecida (40 X). Colonia de *Trichoderma* spp. en APD **A.**; Conidióforo de *Trichoderma* spp **B.**; Colonia desconocido en APD **C.**; Estructuras reproductoras **D.**

### Caracterización de la población de bacterias totales, mediante la prueba de Gram:

El cuadro 19, muestra el efecto de los tratamientos sobre la caracterización de la población de bacterias totales, mediante la prueba de Gram. En general en todos los tratamientos prevalecieron las bacterias pertenecientes al grupo Gram positivo. A medida que transcurrió el tiempo aumentaron las bacterias Gram positivas y por ende disminuyeron las Gram negativas. A los cuatro meses después de la siembra, el tratamiento de *Mucuna* + Gallinaza presentó un 100% de bacterias Gram positivas y a los ocho meses se observó un aumento en la población de bacterias Gram positivas, en los tratamientos de Gallinaza y *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G, cuyos valores alcanzaron un 100%. Al momento de la florecida, los tratamientos con Gallinaza y *Mucuna*, solos o en combinación con Vydate-L (oxamil) y Mocap 15G (ethoprop), presentaron un 100% de bacterias Gram positivas. Esto últimos resultados contrastan con el Control Absoluto, que mostró un 50 % de la población de bacterias Gram positivas.

**Cuadro 19.** Efecto de los tratamientos sobre la caracterización de la población de bacterias totales, mediante la prueba de Gram <sup>1,2,3</sup>

Tratamientos	4 meses		8 meses		A florecida	
	Gram (+)	Gram (-)	Gram (+)	Gram (-)	Gram (+)	Gram (-)
<b>Mc</b>	<sup>1</sup> 21 (61.80) <sup>2</sup>	13 (38.20)	30 (83.30)	6 (15.40)	36 (100.00)	0 (0.00)
<b>G</b>	32 (88.90)	4 (11.10)	36 (100.00)	0 (0.00)	36 (100.00)	0 (0.00)
<b>Mc + G</b>	36 (100.00)	0 (0.00)	35 (97.20)	1 (2.80)	36 (100.00)	0 (0.00)
<b>Mc + G + V</b>	31 (86.10)	5 (13.90)	35 (97.20)	1 (2.80)	36 (100.00)	0 (0.00)
<b>Mu + G + M</b>	30 (83.30)	6 (15.40)	36 (100.00)	0 (0.00)	36 (100.00)	0 (0.00)
<b>V</b>	23 (63.90)	13 (36.10)	30 (83.30)	6 (15.40)	32 (88.90)	4 (11.10)
<b>M</b>	17 (47.20)	19 (52.80)	30 (83.30)	6 (15.40)	34 (94.40)	2 (5.60)
<b>C A</b>	16 (50.00)	16 (50.00)	22 (61.10)	6 (15.40)	18 (50.00)	18 (50.00)

<sup>1</sup>Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, M + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G +V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.<sup>2</sup>Valores representan el número de aislados de 36 analizados por tratamientos. <sup>3</sup>Valores en paréntesis representan porcentaje de los aislados de bacterias

## DISCUSIÓN

Una rotación corta con el haba de terciopelo, la incorporación al suelo de Gallinaza y una dosis reducida de los nematicidas Vydate-L (oxamil) y Mocap 15G (ethoprop), tanto solos como en combinación, fueron efectivos reduciendo los niveles poblacionales de *R. similis* asociados a la raíz y suelo durante todo el ciclo del cultivo del plátano. Estos tratamientos también fueron efectivos reduciendo las poblaciones de *H. multincinctus* al momento de la florecida. Resultados similares fueron obtenidos por Chavarría-Carvajal *et al.* (2016), cuando utilizó una rotación corta con el haba de terciopelo y la aplicación de Gallinaza al suelo. De igual manera en este experimento, todos los tratamientos donde se rotó el haba de terciopelo redujeron significativamente las poblaciones de nematodos fitoparásitos en suelo, a los ocho meses después de la siembra del plátano.

Rodríguez-Kábana *et al.*, 1998, indican que la leguminosa *Mucuna deeringiana* es pobre hospedera de *R. reniformis*. Los resultados de esta investigación coinciden con los observados por estos autores, ya que en presencia del haba terciopelo, se redujeron significativamente las poblaciones de *R. reniformis* asociados al suelo, a los ocho meses después de la siembra del plátano y al momento de la florecida del plátano.

Ciertas plantas segregan sustancias químicas que estimulan el desarrollo de microorganismos benéficos capaces de reducir las densidades poblacionales de nematodos fitoparásitos de plantas (Akhtar, 2000). Estas plantas podrían ser usadas como plaguicidas de origen natural para el control de estos fitonematodos (Chitwood, 2002). La rotación corta del haba de terciopelo es un método efectivo para el control de nematodos fitoparásitos, ya que las raíces de *Mucuna* producen nematotóxicos (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1992). Según Vargas-Ayala y Rodríguez-Kábana (2001), la rotación con *M. deeringiana* en el cultivo de soya (*Glycine max* L.) redujo las poblaciones de nematodos fitoparásitos de suelo. Un estudio conducido por Rodríguez-Kábana *et al.* (1992) reporta que el haba de terciopelo impidió el desarrollo de agallas causada por *Meloidogyne* spp. y evito la infección por juveniles del nematodo nodulador, debido a la producción de exudados

nematotóxicos en la raíz de *Mucuna*. Este resultado fue similar a los obtenidos en esta investigación, donde a los cuatro meses después de la siembra del corno del plátano, el tratamiento de *Mucuna* + Gallinaza fue significativamente diferente al Control Absoluto. Kloepper *et al.* (1992) realizaron un experimento de campo donde demostraron que las bacterias aisladas del haba de terciopelo y otras leguminosas utilizadas en rotación con soya (*Glycine max*), fueron efectivas reduciendo las poblaciones de *M. incognita*, gracias a la producción de endotoxinas por parte de *Bacillus thuringiensis* subsp. *Brasiliensis* y *B. lalerosporus*.

Algunos resultados de esta investigación indican que el uso de Gallinaza como material orgánico en el suelo reduce las poblaciones de nematodos fitoparásitos en las raíces de plátano. Resultados similares fueron obtenidos por Hassan *et al.* (2010), al aplicar residuos orgánicos en plantaciones de tomate (*Solanum lycopersicum*) sobre el nematodo nodulador *Meloidogyne* spp. Del mismo modo, la aplicación de la enmienda orgánica redujo las poblaciones de nematodos fitoparásitos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) en hasta un 92% (Wachira *et al.*, 2009). En nuestro estudio, el tratamiento con Gallinaza no mostró efectos sobre las poblaciones de *R. reniformis*, ocho meses después de la siembra del plátano. Esto contrasta con los resultados obtenidos por Gabour *et al.* (2015), que aplicando material orgánico al suelo, logró una reducción significativa en las poblaciones de *R. reniformis*.

La incorporación de materia orgánica al suelo contribuye al aumento de nematodos de vida libre (bacteriófagos, micofagos y depredadores de otros nematodos), lo cual a su vez contribuye al mejoramiento del suelo (Wachira *et al.*, 2009). La eficiencia de la enmienda orgánica está relacionada con su elaboración o composición química, que es a su vez influenciada por los microorganismos que se desarrollan mediante el proceso que conlleva la degradación de dichos agregados. Muchos compuestos con efectos nematicidas son liberados durante este proceso de degradación, tales como: ácidos orgánicos, sulfuro de hidrógeno, amoniaco, fenoles y taninos (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1995). Esto corrobora y sustenta el beneficio de aplicar enmiendas orgánicas al suelo, puesto que sirven como una

práctica de manejo efectiva que promueve microorganismos de control biológico para la reducción de nematodos fitoparásitos (Chavarría-Carvajal *et al.*, 2001).

La aplicación de materia orgánica favorece un aumento en la capacidad de retención de agua del suelo, así como un incremento de microorganismos benéficos y la absorción de nutrientes por parte de las plantas, lo cual se traduce en un mayor vigor y tolerancia a patógenos (Sinha *et al.*, 2011). Wachira *et al.* (2009) informó que el uso de Gallinaza aumentó significativamente la biodiversidad de hongos antagonistas a nematodos fitoparásitos. Esto concuerda con los resultados de esta investigación, donde se observó que los tratamientos que contenían Gallinaza, aumentaron significativamente las poblaciones de hongos con potencial de control biológico (*Trichoderma* spp., *Paecilomyces* spp., *Fusarium* spp., entre otros). Según Timm *et al.* (2001) la aplicación de materia orgánica influye efectivamente en el aumento de hongos que atrapan nematodos, porque aumenta la disponibilidad de carbono y energía en el suelo que este grupo de hongos aprovecha a su favor. Muchos otros microorganismos son favorecidos durante la aplicación de materia orgánica al suelo.

En las últimas décadas los nematicidas químicos han sido el método más utilizado para el control de nematodos fitoparásitos en los cultivos agrícolas (Abo-Elyousr *et al.*, 2010). La Agencia de Protección Ambiental (EPA con sus siglas en inglés) ha restringido el uso de muchos de ellos por sus efectos adversos sobre el medio ambiente. En la actualidad, los únicos dos nematicidas químicos con permiso de uso en musáceas en Puerto Rico son: oxamil (Vydate-L) y ethoprop (Mocap 15G).

En un ensayo realizado por Chabrier *et al.* (2004) en plantaciones de guineo utilizando Vydate-L, reportó que el producto solo actuaba en forma temporal en el control *R. similis*. Sin embargo, estos hallazgos contrastan con nuestros resultados ya que, para este nematodo, el producto logró en control durante todo el ciclo del cultivo, tanto en el suelo como en raíz. Mientras que para *H. multincinctus* a los cuatro y ocho meses después de la siembra, los resultados concuerdan con los encontrados por Chabrier *et al.* (2004), quienes reportaron que la aplicación de

Vydate-L no mostró diferencias significativas con el control. En una investigación realizada por Robalino *et al.* (1983), utilizando oxamil en suelo y raíces de guineo, informaron que el producto tuvo un efecto reductor sobre las poblaciones de los nematodos fitoparásitos que afectan el cultivo. Vargas *et al.* (2015) indica, que plantas de banano tratadas con oxamil presentaron la menor población de *R. similis* con un 35% y la población total de nematodos se redujo en un 43%.

Un estudio realizado por Jones (1979), demostró que oxamil fue efectivo reduciendo las poblaciones de *H. multincinctus* asociados a suelo raíz en el cultivo de guineo. Resultados similares fueron obtenidos en nuestro estudio al momento de la florecida, donde se observó que oxamil tuvo un efecto reductor sobre la población de *H. multincinctus* en las raíces. Abo-Elyousr *et al.* (2010), realizó un experimento con el nematicida químico Vydate-L (oxamil) en plantas de tomate para el control de *Meloidogyne* spp. Los resultados mostraron que oxamil fue efectivo, reduciendo las poblaciones de nematodos en el suelo en un 73% y un 52% en raíz.

Jones, (1979) en un experimento realizado en guineo explica que las poblaciones de *H. multincinctus* fueron significativamente diferentes a las del control, cuando se aplicó Mocap (ethoprop), observándose una reducción en el número de larvas del nematodo. Mientras que Rodríguez-Kábana y King, (1985), utilizando ethoprop en maní (*Arachis hipogea* L.), obtuvieron una reducción de nematodos fitoparásitos en suelo y un incremento en el cultivo. Esto comprueba que el nematicida fue efectivo controlando las poblaciones de nematodos fitoparásitos. Esta investigación apoya los resultados de nuestra investigación, ya que el tratamiento con Mocap 15G fue significativamente diferente al Control Absoluto en el control de *R. similis*, durante todo el ciclo del cultivo, reduciendo su población en suelo y en raíz. Además, en el caso de *R. reniformis*, el nematicidas tuvo un efecto reductor sobre las larvas observadas en suelo a los ocho meses después de la siembra y al momento de la florecida, siendo significativamente diferente al Control Absoluto. De igual manera para el nematodo *H. multincinctus* en raíz a los cuatro meses después de la siembra y al momento de la florecida del plátano, el producto redujo significativamente la población del nematodo de espiral. Salguero *et al.*

(2015), obtuvieron resultados similares a los observados en esta investigación, al aplicar Mocap 15G y conseguir una reducción significativa sobre las poblaciones de *R. similis* y *H. multicoloratus* en guineo.

En esta investigación los tratamientos donde se aplicaron los nematocidas químicos (oxamil y ethoprop) se observó un mayor número de bacterias Gram negativas. Sin embargo, las bacterias Gram positivas predominaron en los tratamientos con *Mucuna* y Gallinaza, tanto solas como en combinación con los nematocidas químicos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Chavarría-Carvajal *et al.* (2001), quienes reportaron que el haba de terciopelo aplicada al suelo como enmienda orgánica, promueve un aumento en bacterias Gram positivas.

Muchas bacterias, hongos, protozoarios, virus, nematodos y plantas poseen la capacidad de afectar nematodos fitoparásitos (Stirling, 1991). Un ejemplo de este grupo es *Bacillus thuringiensis* que produce la proteína cristal (cry) y endotoxinas que son tóxicos a organismos patógenos (Carrera-Solis, 2009). Jonathan *et al.* (2000) informó en un experimento realizado en guineo donde las bacterias (*B. cereus*, *B. sphaericus*, *Agrobacterium radiobacter*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. chlororaphis* y *Burkholderia ceparia*) y actinomicetos no caracterizados redujeron los nódulos provocados por *M. incognita*. *Pseudomonas fluorescens* es una bacteria Gram positiva que induce a las plantas a tener resistencia sistémica y promueve la liberación de metabolitos que suprimen nematodos fitoparásitos (Abo-Elyousr *et al.*, 2010). Abo-Elyousr *et al.* (2010) mostró como una suspensión de *P. fluorescens* fue efectiva reduciendo significativamente los nódulos de *Meloidogyne* spp. en tomate, de un 68-70% cuando eran aplicadas al suelo, y a nivel de invernadero y campo redujo un 48%. También *P. fluorescens* y *P. aeruginosa* redujeron la movilidad del J2 de *Meloidogyne* spp. en un 48 y 50% a las 24 horas de ser expuestos. Aaten *et al.* (1998) informó que *P. fluorescens* y *P. putida* fueron efectivos reduciendo *R. similis* y *Meloidogyne* spp. en las raíces de plátano (*Musa* spp.), maíz (*Zea mays*) y tomate (*Solanum lycopersicum*).

*Pasteuria penetrans* está clasificada dentro de las bacterias Gram positivas, y se considera un hiperparásito de *Meloidogyne* spp. y otros nematodos fitoparásitos de plantas (Carles *et al.*, 2005). Estas bacterias desarrollan endosporas que se pegan a la piel de los juveniles (J2) que se encuentran en el suelo. Estas endosporas germinan en el momento que el nematodo inicia su alimentación en la planta huésped (Sayre, 1993). La propagación de ésta dentro de la cavidad pseudocoelomica del nematodo provoca la degradación del tejido reproductivo, disminuyendo su proliferación (Chen y Dickson, 1998). Kariuki *et al.* (2006), en un experimento realizado utilizando *P. penetrans* sobre las poblaciones de *Meloidogyne* spp., informó que mientras más endosporas se adhieran a la J2, menor cantidad de larvas podrían penetrar en el interior de la raíz.

En un experimento realizado por Jonathan *et al.* (2000) en plantaciones de guineo y tomate en ambiente controlado, utilizando actinomicetos contra el nematodo nodulador (*M. incognita*), mostró que reducían el número de agallas y huevos. Además, aumentaron significativamente el crecimiento de las plantas y la cantidad de brotes de sus raíces. Los actinomicetos pertenecen al grupo de bacterias Gram positivas, y son capaces de producir antibióticos (feravenulin y aburamycin) y metabolitos útiles (iodinin BNT), generados específicamente por *Streptomyces jervens* (Goodfellow y Williams, 1983; Lechevalier y Lechevalier, 1967).

Los tratamientos con el haba de terciopelo y Gallinaza promovieron hongos benéficos del suelo, incluyendo los géneros de *Aspergillus* spp., *Paecilomyces* spp., *Trichoderma* spp., entre otros. Estos resultados se asemejan a un estudio con enmiendas orgánicas y *Mucuna*, conducido por Chavarría-Carvajal *et al.* (2001). Kilama *et al.*, 2007 reportaron que el hongo *P. lilacinus* produce parálisis reversible a los machos y juveniles de *R. similis*. Esta parálisis temporal de *R. similis* puede surgir por una acción neurotrópica sobre los receptores nerviosos del nematodo (Kilama *et al.*, 2007). *Paecilomyces* es un hongo cosmopolita facultativo de nematodos patógenos (hembras y huevos) por las toxinas que produce (Kilama *et al.*, 2007), tales como aflatoxinas (Khan *et al.*, 2003) y leucinoslatins (Park *et al.*,

2004). *Paecilomyces* spp., es conocido como un hongo con potencial biológico capaz de parasitar juveniles y hembras de nematodos (Sahebani y Hadavi, 2008).

*Trichoderma* spp. es un organismo benéfico que acelera el crecimiento y el peso radical de las plantas, aumentando la resistencia de éstas a factores bióticos o abióticos e incrementa la productividad del cultivo. Este hongo es utilizado en el control biológico de nematodos. El micelio envuelve al nematodo y produce metabolitos con efectos nematicidas, tales como trichodermin, suzukacilina, alameticina, dermadina, entre otros (Howell, 2003). *Trichoderma* spp. ha sido efectivo controlando poblaciones de nematodos fitoparásitos y tiene capacidad de parasitar huevos y larvas, al mismo tiempo que incrementa la actividad de la quitinasa y procreasa (Sahebani y Hadavi, 2008). Pocasangre, (2015), utilizando dos cepas de *T. atroviride* mostró un aumento y sano sistema radicular en guineo, así como también una reducción de los nematodos fitoparásitos que afectan el cultivo. Además, muestra la importancia de este hongo como control biológico que puede disminuir los nematodos fitoparásitos de 3 a 4 años sin tener que utilizar nematicidas químicos.

En los resultados aquí reportados, se observó que *Fusarium* spp. fue uno de los hongos más frecuentemente aislados, y que pudo haber tenido un efecto antagonista sobre *R. similis*, ya que en todos los tratamientos que contenían materia orgánica, tanto en suelo como en raíz, fueron significativamente diferentes al Control Absoluto. Las especies de *Fusarium* spp. se conocen por promover una extensa gama de toxinas dentro de las cuales están: las toxinas T2, monilifornia, verrucarina A, citocalasina B y eniatina B (Ciancio, 1995). Debido a esta producción de toxinas, puede causar la mortalidad a *R. similis*, *Pratylenchus goodeyi* y en menor proporción a *H. multincinctus*. Esto fue comprobado en un experimento realizado por Van Dessel *et al.* (2011) en plantas de guineo, exponiendo a *R. similis*, *Pratylenchus goodeyi* y a *H. multincinctus* un filtrado de *F. oxysporum* por espacio de 24 horas. El uso de materia orgánica al suelo permite el desarrollo de una diversidad de hongos con propiedades antagónicas a nematodos (Chavarría-Carvajal *et al.*, 2001).

## CONCLUSIONES

1. La rotación con el haba de terciopelo (*M. deeringiana*) tuvo un efecto antagónico sobre la población de nematodos fitoparásitos y aumentó significativamente las poblaciones totales de hongos, *Pseudomonas* spp. y actinomicetos a los 90 días después de la siembra.
2. El uso de gallinaza sola o en combinación con los demás tratamientos, redujo las poblaciones de nematodos fitoparásitos en raíz e incrementó la población de nematodos de vida libre, así como las poblaciones de hongos y bacterias asociadas a la rizósfera del plátano.
3. La aplicación al suelo de gallinaza y la rotación con el haba de terciopelo, son prácticas agrícolas efectivas para reducir las poblaciones de nematodos fitoparásitos e incrementar las poblaciones de organismos benéficos en plátano.
4. Las especies de los hongos aislados más predominantes fueron *Paecilomyces* spp., *Eurotium* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. y *Trichoderma* spp. Estos hongos son característicos de suelo fértiles y poseen potencial de control biológico de nematodos fitoparásitos.
5. Las bacterias Gram positivas mostraron mayor abundancia en los tratamientos con haba de terciopelo y gallinaza.

## LITERATURA CITADA

- Aalten, P. M., Vitour, D., Blanvillain, D., Gowen, S. R. and Sutra, L. 1998. Effect of rhizosphere fluorecens *Pseudomonas* strain plan-parasitic nematode *Radopholus similis* and *Meloidogyne* spp. *Letters in Applied Microbiology* 27: 357-361.
- Agrios, G. 2005. Plant Pathology. 5 ed. Elsevier Academic Press, Burlington, MA, USA. 952 pp.
- Abo-Elyousr, K. A., Khan, Z., El-Morsi Award, M. and Abedel-Moneim, M. F. 2010. Evaluation of plant extracts and *Pseudomonas* spp. for control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato. *Nematropica* 40: 289-299.
- Adhikary, S. 2012. Vermicompost, the story of organic gold: A review. *Agricultural Sciences* 3:905-917. Aligarh Muslim University-Aligarh-202002. India. *Word Journal of Agriculture Sciences* 4: 492-494.
- Adler, M. J. and Chase, C. A. 2007. Comparison of the allelopathic potential of leguminous summer cover crops: cowpea, sunn hemp, and velvetbean. *HortScience*, 42(2): 289-293.
- Akhtar, M. 2000. Approaches to Biological Control of Nematode Pests by Natural Products and Enemies. *Journal of Crop Production* 3: 367-395.
- Barnett, H. L. and Hunter, B. B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 4th edition. American Phytopathological Society Press, Minnesota. 218 pp.
- Carlier J., De Waele, D. y Escalant, J.V. 2003. Evaluación global de la resistencia de los bananos al marchitamiento por *Fusarium*, enfermedades de las manchas foliares causadas por *Mycosphaerella* y nematodos. Evaluación de comportamiento (A. Vézina y C. Picq.). INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia.
- Carreras-Solis, B. 2009. Obtención de aislados de *Bacillus thuringiensis* berliner autóctonos de Cuba. Instituto de Sanidad Vegetal de la Habana. *Fitosanidad* 13: 109-115.
- Chabrier C. and Quénéhervé, P. 2003. Control of the burrowing nematode (*Radopholus similis* Cobb) on banana: impact of the banana field destruction method on the efficiency of the following fallow. Martinique, France. *Crop Protection* 22: 121-127.
- Chabrier, C., Hubervic, J. and Quénéhervé, P. 2004. Evaluation of two oxamyl formulations for nematodes and weevil control in banana fields in Martinique. *Nematropica* 35: 11-21.

Chavarría-Carvajal, J. A. e Irizarry, H. 1997. Rates, application intervals and rotation of four granular pesticides to control nematodes and the corm-weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar), in plantain. *J. Agric. Univ. P. R.* 81: 43-52.

Chavarría-Carvajal, J. A. and Rodríguez-Kábana, R. 1998 a. Alginate films for assessment of parasitism of *Meloidogyne incognita* eggs in soil treated with organic amendments. *Nematropica* 28: 41-48.

Chavarría-Carvajal, J. A. and Rodríguez-Kábana, R. 1998 b. Changes in soil enzymatic activity and control of *Meloidogyne incognita* using four organic amendments. *Nematropica* 28: 7-18.

Chavarría-Carvajal, J. A., R. Rodríguez-Kabana, J. W. Kloepper and G. Morgan-Jones. 1999. Combinations of organic amendments and benzaldehyde for control of plant-parasitic nematodes: Effects on microbial activity. *Nematropica* 29: 119 (Abstr.).

Chavarría-Carvajal, J. A., Rodríguez-Kábana, R., Kloepper J.W and Morgan-Jones, G. 2001. Changes in populations of microorganisms associated with organic amendments and benzaldehyde to control plant-parasitic nematodes. *Nematropica* 31: 165-185.

Chavarría-Carvajal, J. A., Macchiavelli, R. and Hernández, E. 2016. Use of poultry litter and a rotation crop for the management of plant-parasitic nematodes and banana weevil on plantain. Submitted to *J. Agric. Univ. P. R.*

Charles, L., Carbone, I., Davies, K.G., Bird, D., Burke, M., Kerry, B. and Opperman, C.H. 2005. Phylogenetic analysis of *Pasteuria penetrans* by use of multiple gene loci. *Journal of Bacteriology*. 187: 5700–5708.

Chen, Z. X. and Dickson, D.W. 1998. Review of *Pasteuria penetrans*. Biology, ecology, and biological control potential. *Journal of Nematology* 30: 313–340.

Chitwood, D. J. 2002. Phytochemical based Strategies for Nematode Control. *Annual Review of Phytopathology* 40: 221-49.

Ciancio, A. 1995. Observations on the nematicidal properties of some mycotoxins. *Fundamental and Applied Nematology* 18: 451-454.

Davis, E. y MacGuidwin, A. 2000. Enfermedad Lesión Nematodos. Universidad Estatal de Carolina del Norte y la Universidad de Wisconsin. DOI: 10. 1094/PHI-1-200-1030-02,2005.

Departamento de Agricultura de Puerto Rico. Inventario de estadística, oficina de estadística agrícolas. Accesado: 1 de septiembre de 2015. <http://www.Estadísticas.gobierno.pr/iepr/Estadísticas/InventariodeEstadistica/ta>

[bid/186/ctl/view\\_detail/mid/775/report\\_id/4620ba9c-04b9c807517c1245af7d/Default.aspx?f=1.3,1.4,2](#)

De Waele, D. y Davide, R. G. 1998. Nematodos noduladores de las raíces del banano: *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 y *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. INIBAP, hoja divulgativa 3.

Díaz, M. y Alvarado, A. 2007. Guía práctica de plagas y enfermedades en plátano y guineo. Servicios de Extensión Agrícola, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. pp 25-26.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. 2015. Accesado: 15 septiembre 2015. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.

Gabour, E. I., Marahatta, S. P. and Lau, J.-W. 2015. Vermicomposting: A potential management approach for the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *Nematropica* 45: 285-287.

Goodfellow, M. and Williams, S. T. 1983. Ecology of actinomycetes. *Annual review Microbiology* 37: 189-216.

Google map 2016. Accesado: 7 mayo de 2016. <https://www.google.com.pr/maps/@18.3235203,66.3569597,443m/data=!3m1!1e3>

Gowen, S. and Quénéhervé, P. 1990. Nematode parasites of bananas, plantains and abaca. Pages 431-460. *In: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. M. Luc, R.A. Sikora and J. Bridge, eds. CAB International, Wallingford, UK. 377 Pp.

Guzmán-Piedrahita, O. A., Castaño-Zapata, J. y Villegas-Estrada, B. 2012. Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. Universidad de Caldas, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20: 38-50.

Guzmán-Piedrahita O. A. P. 2010. Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multicinctus* (cobb) Golden y *H. dihystra* (cobb) Sher, en banano y plátano. Universidad de Caldas, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 19: 19-32.

Haegeman, A., A. Elsen, D. De Waele, and G. Gheysen. 2010. Emerging molecular knowledge on *Radopholus similis*, an important nematode pest of banana. *Molecular Plant Pathology* 11: 315-323.

- Hassan, M. A., Chindo, P. S., Marley P. S. and Alegbejo, M. D. 2010. Management of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) using organic wastes in Zaria, Nigeria. *Plant Protection Sciences* 46: 34-39.
- Hidalgo-Diaz, L. and Kerry, B. R. 2008. Integration of Biological Control with other Methods of Nematode Management. CENSA. Pp-29-49. *In: Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. A. Ciancio y K.G. Mukerji. The Netherlands. *Springer*. 377 Pp.
- Howell, C. R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Disease* 87: 4-10.
- Jonathan, E. I., Barker, K. R., Abdel-Alim, F. F., Vrain, T. C. and Dickson, D. W. 2000. Biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato and banana with rhizobacteria, actinomycetes, and *Pasteuria penetrans*. *Nematropica* 30: 231-240.
- Jones, R. K. 1979. Control of *Helicotylenchus multicinctus* parasitising banana using systemic nematicidas. *Nematropica* 9: 147-150.
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Floriano, L., Blas-Sevillano, R. y Bello-Amez, S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *IDESA (Chile)* 24: 49-61.
- Kariuki, G. M., Brito, J. A. and Dickson, D. W. 2006. Effects of *Pasteuria penetrans* endospore rate of attachment on root penetration and fecundity of *Meloidogyne arenaria* Race 1. *Nematropica* 36: 261- 267.
- Khan, A., Williams, K. and Nevalainen, H. 2003. Testing the nematophagous control isolate *Paecilomyces lilacinus* 251 for paecilotoxin production. *FEMS Microbiology Letters* 227: 107-111.
- Khan, M. 2005. Hosts and non-hosts of reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford y Oliveria, 1940-a. Departament of Agricultural Entomology. India, *MKK publication* 23: 124-140.
- Kilama, P., Dubois, T., Coyne, D., Niere, B., Gold, C. S. y Adipala, E. 2007. Antagonismo de *Paecilomyces* spp. aislado de raíces y rizósfera de banano (*Musa* spp.) contra *Radopholus similis*. *Nematropica* 37: 215-225.
- Kloepper, J. W., Rodríguez-Kábana, R., McInroil, J. A. and Young, R. W. 1992. Rhizosphere bacteria antagonistic to soybean cyst (*Heterodera glycines*) and root-knot (*Meloidogyne incognita*) nematodes: Identification by fatty acid analysis and frequency of biological control activity. *Plant and Soil* 139: 75-84.

Lechevalier, H. A. and Lechevalier, M. P. 1967. Biology of actinomycetes. *Annual review Microbiology* 21: 71-100.

Mai, W. F. and Mullin, P. G. 1996. Plant-parasitic nematodes (A pictorial key to genera) 5 ed. Ithaca, New York, USA. Cornell University Press. 277 Pp.

Moens, M. and Perry, R.N. 2009. Migratory plant endoparasitic nematodes: a group rich in contrasts and diversity. *Annual Review Phytopathol* 47: 313-332.

Nicol, J. and y Rivoal, R. 2008. Global knowledge and its application for the integrated control and management of nematodes on wheat. Pp-251-294. BP 35327, 35653. *In: Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. A. Ciancio and K.G. Mukerji. The Netherlands. *Springer*. 377 pp.

Ornat, C. and Sorribas, F.J. 2008. Integrated management of root-knot nematodes in Mediterranean Horticultural crops. Barcelona. España. ESAB-EUETAB 08860. Pp-295-319. *In: Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. A. Ciancio and K.G. Mukerji. The Netherlands. *Springer*. 377 pp.

Park, J. O., Hargreaves, J. R., McConville, E. J., Stirling, G. R., Ghisalberti E. L. and Sivasithamparam, K. 2004. Production of leucinostatins and nematocidal activity of Australian isolates of *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson. *Letters in Applied Microbiology* 38: 271-276.

Perrine, T., C., Villenave, J. M., Risedea, J., Roger-Estrade, L., Thuries and M., Dorel. 2011. Effects of four organic amendments on banana parasitic nematodes and soil nematode communities. *Crop Protection* 49: 59-67.

Pocasangre, L. E. 2015. Biological control of plant parasitic nematodes in bananas. *Nematropica* 45: 1-75 (Abstrat).

Robalino, G., Román, J. y Cordero, M. 1983. Efecto del nematocida-insectocida oxamil aplicado al suelo y a las axilas de las hojas del banano. *Nematropica* 13: 135-143.

Rodríguez-Kábana, R. and King, P.S. 1985. Evaluation of selected nematocides for control of *Meloidogyne arenaria* in peanut: a multi-year study. *Nematropica* 15: 155-164.

Rodríguez-Kábana, R., Pinochet, J., Robertson, D.G., and Weels, L. 1992. Crop rotation studies with Velvetbean (*Mucuna deeringiana*) for the management of *Meloidogyne* spp. *Supplement to Journal of Nematology* 24: 662-668.

Rodríguez-Kábana, R., Estuan, V., Pinochet, J. and Marfa, O. 1995. Mixtures of olive pomace with different nitrogen sources for the control of *Meloidogyne* spp. on tomato. *Supplement Journal of Nematology*. 27: 575-584.

Rodríguez-Kábana, R., Gazaway, W. S., Weaver, D. W., King, P. S. and Weaver, C. F. 1998. Host suitability of selected tropical legumes and other crops for the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford y Oliveira, 1940. *Nematropica* 28: 195-203.

Rojas, A. F. y Aristizábal, I. D. 2011. Efecto del contenido de humedad sobre propiedades físicas de la semilla de Vitabosa (*Mucuna deeringiana*). Medellín. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 64: 5961-5971.

Rubiano Rodríguez, J. A. 2000. Prácticas ecológicas para el manejo de *Cosmopolite sordidus* (Germar) y nematodos en plátano (*M. acuminata* x *M. balbisiana* AAB). Tesis M.S., Depto. Prot. Cult., Recinto Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. 82 pp.

Sahebani, N., and Hadavi, N. 2008. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Soil Biology and Chemistry* 40: 2016-2020.

Salguero, D., Rudon, G., Blanco, R., Moya, C., Ramclan, W., Medina, L., Azofeifa, D. and Araya, M. 2015. Response to rational and technical nematicide application on banana root nematode control and yield. *Nematropica* 45: 1-75 (Abstrat).

Sarah, J., Sabatini, C. y Boisseau, M. 1993. Diferencias de patogenicidad en banano (*Musa* sp., cv. 'Poyo') entre poblaciones de *Radopholus similis* provenientes de diferentes zonas de producción del mundo. *Nematropica* 23: 75-79.

Sarah, J. 1989. Banana nematodes and their control in Africa. *Nematropica* 19: 1992-216.

Sayre R. M. 1993. *Pasteuria*, Metchnikoff, 1888. *Bacillus subtilis* and other gram positive bacteria: Biochemistry, physiology, and molecular genetics. In: Sonenshein AL, Hoch JA, Losick R, editors. Washington, DC: *American Society for Microbiology*.

Schmitt, D and Sipes, B. 2000. Plant-parasitic nematodes and their management. University of Hawaii at Manoa. *College of Tropical Agriculture and Human Resources* 16: 145-149.

Shaikhul, M. and Ahmad, T. 2008. Biomanagement of Reniform Nematode, *Rotylenchulus reniformis* by Fruit Wastes and *Paecilomyces lilacinus* on Chickpea.

Sharadchandra, P., Wang, K., Sipes, B. and Hooks, C. 2012. Effects of *Tagetes patula* on active and inactive stage of root-knot nematodes. University of Hawaii at Manoa. *The Journal of Nematology. Journal Nematol* 44: 26-30.

Siddiqui, I. A. and Shaukat, S. 2003. Suppression of root-knot disease by *Pseudomonas fluorescens* CHA0 in tomato: importance of bacterial secondary metabolites 2, 4- diacetylphloroglucinol. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 1615-1623.

Sinha, R. K., Hahn, G., Singh, P. K., Suhane, R. K. and Anthonyreddy, A. 2011. Organic farming by vermiculture: Producing safe, nutritive and protective foods by earthworms. *American Journal of Experimental Agriculture* 1: 363-399.

Stirling, G. R. 1991. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. Pp. 282. Progress, Problems and Prospects. CAB International, Wallingford, UK.

Taylor, A. L. y J. N. Sasser. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos del nódulo de la raíz (Especies de *Meloidogyne*). I.M.P. Universidad del Estado de Carolina del Norte y la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. 111 pp.

Timm, L., D. Pearson and B. Jaffee, 2001. Nematode trapping fungi in conventionally and organically managed corn-tomato rotations. University of California. *The Mycological Society of America*, 93: 25-29.

Trivedi, P. and Barker, K. 1986. Management of nematodes by cultural practices. *Nematropica* 16: 213-236.

Van Dessel, P., Coyne, D., Dubois, T., De Waele, D. and Franco, J. 2011. In vitro nematicidal effect of endophytic *Fusarium oxysporum* against *Radopholus similis*, *Pratylenchus goodeyi* and *Helicotylenchus multicinctus*. *Nematropica* 41: 154-160.

Vargas-Ayala, R. and Rodríguez-Kábana, R. 2001. Bioremediative management of soybean nematode population densities in crop rotation with velvetbean cowpea, and winter crop. *Nematropica* 31: 37-46.

Vargas, R., Wang, A., Obregon, M. y Araya, M. 2015. Efectos de *Trichoderma* spp., *Paecilomyces lilacinus* y la inyección de nematicidas en el pseudotallo en el combata de *Radopholus similis* y la producción de banano. *Agronomía costarricense* 39: 61-76.

Vicente, N. E. and Acosta, N. 1987. Effects of *Mucuna deeringiana* on *Meloidogyne incognita*. *Nematropica* 17: 99-102.

Volcy, C. 2011. Past and present of the nematode *Radopholus similis* (cob) Thorne with emphasis on *Musa*: University National of Colombia 29: 433-440.

Wachira, P.M., Kimenju, J.W., Okoth, S.A. and Mibey, R.K. 2009. Stimulation of Nematode-Destroying Fungi by Organic Amendments Applied in Management of Plant Parasitic Nematode. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8: 153-159.

Watanabe, T. 1994. Pictorial Atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida. 403 pp.

Whiterhead, A. G. 1998. Plant Nematode Control. CAB International. University Press. Cambridge. UK. 380 pp.

## APÉNDICE

### APÉNDICE 1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLES EXPERIMENTALES

Cuadro 1. Diversidad de hongos Muestreo preliminar<sup>1, 2</sup>

Hongos	Población
<i>Aspergillus</i> spp.	14(46.67)
<i>Curvularia</i> spp.	5(1.67)
<i>Eurotium</i> spp.	10(33.33)
<i>Fusarium</i> spp.	4(13.33)
<i>Mucor</i> spp.	8(26.67)
<i>Paecilomyces</i> spp.	4(13.33)
<i>Penicillium</i> spp.	6(20.00)
<i>Trichoderma</i> spp.	3(10.00)
Desconocidos <sup>3</sup>	10(33.33)
<b>Total</b>	<b>30(100.00)</b>

<sup>1</sup>Valores representan el número total de 30 aislados con 2 repeticiones.

<sup>2</sup>Valores en paréntesis representan el porcentaje.

<sup>3</sup>Hongos sin la presencia de estructuras reproductivas para su identificación.

Cuadro 2. Diversidad de bacterias durante el muestreo preliminar<sup>1, 2</sup>

Gram positivo	Gram negativo
28 (93.33)	2 (6.67)
<b>Total</b>	<b>30 (100.0)</b>

<sup>1</sup>valores representan el número de aislados de 30 analizados

<sup>2</sup>Paréntesis - valores en paréntesis representan porcentajes

**Análisis estadístico de la población de nematodos fitoparásitos a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana***

**Cuadro 2. Análisis de varianza para *Helicotylenchus multicinctus* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana***

## Helicotylenchus

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Helicotylenchus	20	0.159	0.112	198.139

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.333	1	3.333	3.396	0.0819
Tratamientos	3.333	1	3.333	3.396	0.0819
Error	17.667	18	0.981		
Total	21.000	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.95001

Error: 0.9815 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Con <i>Mucuna</i>	0.000	8	0.350 A
Sin <i>Mucuna</i>	0.833	12	0.286 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P≤0.05)

### Cuadro 3. Análisis de varianza para *Rotylenchulus reniformis* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana*

## Rotylenchulus

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rotylenchulus	20	0.128	0.080	90.884

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	963.333	1	963.333	2.645	0.1213
Tratamientos	963.333	1	963.333	2.645	0.1213
Error	6556.667	18	364.259		
Total	7520.000	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=18.30183

Error: 364.2593 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Con <i>Mucuna</i>	12.500	8	6.748 A
Sin <i>Mucuna</i>	26.667	12	5.510 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P≤0.05)

### Cuadro 4. Análisis de varianza para el total nematodos fitopatógenos (*Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*) en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana*

#### I. de suelo

## Fitoparásitos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fitoparásitos	20	0.139	0.091	89.849

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1080.000	1	1080.000	2.894	0.1061
Tratamientos	1080.000	1	1080.000	2.894	0.1061
Error	6717.000	18	373.167		
Total	7797.000	19			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=18.52425**

Error: 373.1667 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Con <i>Mucuna</i>	12.500	8	6.830 A
Sin <i>Mucuna</i>	27.500	12	5.576 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

**Cuadro 5. Análisis de varianza para los nematodos de vida libre (*Rabditidos*, *Dorylaimidos* y *Aphelenchidos*) en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana***

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Vida libre	20	0.004	0.000	49.340

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8.008	1	8.008	0.072	0.7917
Tratamientos	8.008	1	8.008	0.072	0.7917
Error	2006.792	18	111.488		
Total	2014.800	19			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=10.12521**

Error: 111.4884 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Con <i>Mucuna</i>	20.625	8	3.733 A
Sin <i>Mucuna</i>	21.917	12	3.048 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

**Análisis estadístico de la población de microorganismos (hongos, bacterias totales, *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. y actinomicetos) a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana*.**

**Cuadro 6. Análisis de varianza para los hongos de suelo, a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana***

**Hongos**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hongos	10	0.451	0.382	3.518

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.087	1	0.087	6.564	0.0335
Tratamientos	0.087	1	0.087	6.564	0.0335
Error	0.106	8	0.013		
Total	0.192	9			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.17102**

Error: 0.0132 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Sin <i>Mucuna</i>	3.190	6	0.047 A
Con <i>Mucuna</i>	3.380	4	0.057 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

**Cuadro 7. Análisis de varianza para las bacterias totales de suelo, a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana***

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Bacterias	10	0.020	0.000	3.241

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.002	1	0.002	0.164	0.6957
Tratamientos	0.002	1	0.002	0.164	0.6957
Error	0.088	8	0.011		
Total	0.090	9			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.15636**

Error: 0.0110 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Sin <i>Mucuna</i>	3.230	6	0.043 A
Con <i>Mucuna</i>	3.258	4	0.053 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

**Cuadro 8. Análisis de varianza para *Bacillus* spp., a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana***

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Bacillus</i> spp.	10	0.199	0.098	30.995

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.955	1	0.955	1.983	0.1967
Tratamientos	0.955	1	0.955	1.983	0.1967
Error	3.853	8	0.482		
Total	4.808	9			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.03299**

Error: 0.4816 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Sin <i>Mucuna</i>	1.987	6	0.283 A
Con <i>Mucuna</i>	2.618	4	0.347 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

**Cuadro 9. Análisis de varianza para las *Pseudomonas* spp., a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana***

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Pseudomonas</i> spp.	10	0.499	0.437	61.201

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.224	1	0.224	7.983	0.0223
Tratamientos	0.224	1	0.224	7.983	0.0223
Error	0.225	8	0.028		
Total	0.449	9			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.24961**

Error: 0.0281 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Sin <i>Mucuna</i>	0.152	6	0.068 A
Con <i>Mucuna</i>	0.458	4	0.084 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

**Cuadro 10. Análisis de varianza para los actinomicetos, a los 90 días después de la siembra de la *Mucuna deeringiana***

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Actinomicetos	10	0.408	0.333	3.715

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.066	1	0.066	5.503	0.0470
Tratamientos	0.066	1	0.066	5.503	0.0470
Error	0.096	8	0.012		
Total	0.162	9			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.16302**

Error: 0.0120 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Sin <i>Mucuna</i>	2.882	6	0.045 A
Con <i>Mucuna</i>	3.048	4	0.055 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

**Análisis estadístico de los nematodos fitoparásitos de suelo, a los cuatro meses después de siembra**

**Cuadro 11. Análisis de varianza de *Helicotylenchus multicinctus* a los cuatro meses después de siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Helicotylenchus</i>	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelo	16	0.57	0.00	182.37

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	254.33	10	25.43	0.67	0.7237
Bloques	64.75	3	21.58	0.57	0.6588
Tratamientos	189.58	7	27.08	0.71	0.6694
Error	189.42	5	37.88		
Total	443.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=15.82178***Error: 37.8833 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
CA	0.00	2	4.35 A
V	0.50	2	4.35 A
Mu+G	0.50	2	4.35 A
Mo	1.00	2	4.35 A
Mu+G+V	1.50	2	4.35 A
G	4.00	2	4.35 A
Mu+G+Mo	8.50	2	4.35 A
Mu	11.00	2	4.35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 12. Análisis de varianza de *Rotylenchulus reniformis*, a los cuatro meses después de siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Rotylenchulus</i>	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelo	16	0.53	0.00	198.07

*Datos desbalanceados en celdas.**Para otra descomposición de la SC**especifique los contrastes apropiados.!!***Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	65946.25	10	6594.63	0.56	0.7935
Bloques	16902.19	3	5634.06	0.48	0.7088
Tratamientos	49044.06	7	7006.29	0.60	0.7402
Error	58395.69	5	11679.14		
Total	124341.94	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=277.80289***Error: 11679.1375 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Mu+G	2.00	2	76.42 A
Mu+G+Mo	11.00	2	76.42 A
Mu+G+V	18.00	2	76.42 A
Mo	20.50	2	76.42 A
Mu	21.50	2	76.42 A
CA	50.50	2	76.42 A
V	145.00	2	76.42 A
G	168.00	2	76.42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 13. Análisis de varianza del total de los nematodos fitopatógenos de suelo (*Helicotylenchus multicinctus* y *Rotylenchulus reniformis*), a los cuatro meses después de siembra**

Categoría	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fitopatógenos	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelos	16	0.51	0.00	188.26

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	63912.33	10	6391.23	0.52	0.8212
Bloques	15598.50	3	5199.50	0.43	0.7437
Tratamientos	48313.83	7	6901.98	0.56	0.7629
Error	61164.67	5	12232.93		
Total	125077.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=284.31297**

*Error: 12232.9333 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Mu+G	2.50	2	78.21 A
Mu+G+Mo	19.50	2	78.21 A
Mu+G+V	19.50	2	78.21 A
Mo	21.50	2	78.21 A
Mu	32.50	2	78.21 A
CA	57.00	2	78.21 A
V	145.50	2	78.21 A
G	172.00	2	78.21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P≤0.05)

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 14. Análisis de varianza de los nematodos de vida libre de suelo (Rabbitidos, Dorylaimidos y Aphelenchidos), a los cuatro meses después de siembra**

Categoría	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Vida libre	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelos	16	0.58	0.00	101.33

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados. !!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10264.08	10	1026.41	0.70	0.7059
Bloques	863.69	3	287.90	0.20	0.8948
Tratamientos	9400.40	7	1342.91	0.91	0.5597
Error	7340.35	5	1468.07		
Total	17604.44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=98.49289***Error: 1468.0708 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
CA	7.50	2	27.09 A
Mo	10.50	2	27.09 A
V	14.50	2	27.09 A
Mu+G	37.00	2	27.09 A
Mu+G+Mo	53.00	2	27.09 A
G	53.00	2	27.09 A
Mu	57.50	2	27.09 A
Mu+G+V	69.50	2	27.09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Análisis estadístico de la población nematodos fitopatógenos de raíz a los cuatro meses después de la siembra****Cuadro 15. Análisis de varianza para *Helicotylenchus multicinctus* en 100 g de raíz, cuatro meses después de la siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Helicotylenchus</i>	Nematodos /100 g de raíz		16	0.84	0.52 144.18

*Datos desbalanceados en celdas.**Para otra descomposición de la SC**especifique los contrastes apropiados.!!***Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	46725.00	10	4672.50	2.60	0.1511
Bloques	18168.75	3	6056.25	3.38	0.1117
Tratamientos	28556.25	7	4079.46	2.27	0.1914
Error	8968.75	5	1793.75		
Total	55693.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=108.87103***Error: 1793.7500 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Mu+G	0.00	2	29.95 A
G	0.00	2	29.95 A
V	0.00	2	29.95 A
Mu+G+V	5.00	2	29.95 A
Mu	10.00	2	29.95 A
CA	20.00	2	29.95 A
Mu+G+Mo	50.00	2	29.95 A B
Mo	150.00	2	29.95 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 16. Análisis de varianza para *Radopholus similis* en 100 g de raíz, cuatro meses después de la siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Radopholus</i>	Nematodos /100 g de raíz	16	0.95	0.86	91.29

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	132133.33	10	13213.33	9.91	0.0103
Bloques	27750.00	3	9250.00	6.94	0.0312
Tratamientos	104383.33	7	14911.90	11.18	0.0086
Error	6666.67	5	1333.33		
Total	138800.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=93.86436**

*Error: 1333.3333 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Mu+G+V	0.00	2	25.82 A
G	0.00	2	25.82 A
Mu+G	0.00	2	25.82 A
Mo	0.00	2	25.82 A
V	0.00	2	25.82 A
Mu	15.00	2	25.82 A
Mu+G+Mo	35.00	2	25.82 A
CA	270.00	2	25.82 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para *Rotylenchulus reniformis* en 100 g de raíz, cuatro meses después de la siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Rotylenchulus</i>	Nematodos /100 g de raíz	16	0.73	0.18	249.58

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2608.33	10	260.83	1.32	0.3989
Bloques	1118.75	3	372.92	1.89	0.2488
Tratamientos	1489.58	7	212.80	1.08	0.4834
Error	985.42	5	197.08		
Total	3593.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=36.08746**

Error: 197.0833 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
V	0.00	2	9.93	A
G	0.00	2	9.93	A
Mu+G	0.00	2	9.93	A
Mu+G+V	0.00	2	9.93	A
Mu+G+Mo	0.00	2	9.93	A
CA	5.00	2	9.93	A
Mo	10.00	2	9.93	A
Mu	30.00	2	9.93	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 18. Análisis de varianza para el total de nematodos fitopatógenos (*Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*) en 100 g de raíz, cuatro meses después de la siembra**

Categoría	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fitopatógenos	Nematodos /100 g de raíz	16	0.88	0.63	93.27

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	171933.33	10	17193.33	3.51	0.0890
Bloques	41900.00	3	13966.67	2.85	0.1441
Tratamientos	130033.33	7	18576.19	3.80	0.0805
Error	24466.67	5	4893.33		
Total	196400.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=179.81825**

Error: 4893.3333 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Mu+G	0.00	2	49.46	A
G	0.00	2	49.46	A
V	0.00	2	49.46	A
Mu+G+V	5.00	2	49.46	A
Mu	55.00	2	49.46	A
Mu+G+Mo	85.00	2	49.46	A
Mo	160.00	2	49.46	A
CA	295.00	2	49.46	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mu= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mu + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mu + G +V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mu + G + Mo= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), Mo= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 19. Análisis de varianza para los nematodos de vida libre (Rabditidos, Dorylaimidos y Aphelenchidos) en 100 g de raíz, cuatro meses después de la siembra**

Categoría	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Vida libre	Nematodos /100 g de raíz	16	0.59	0.00	352.24

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1184873.08	10	118487.31	0.71	0.6968
Bloques	389962.69	3	129987.56	0.78	0.5525
Tratamientos	794910.40	7	113558.63	0.68	0.6880
Error	830290.35	5	166058.07		
Total	2015163.44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1047.51768**

Error: 166058.0708 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Mu+G	0.00	2	288.15	A
G	0.00	2	288.15	A
Mu+G+V	0.00	2	288.15	A
V	0.50	2	288.15	A
Mo	25.00	2	288.15	A
Mu+G+Mo	60.00	2	288.15	A
CA	100.00	2	288.15	A
Mu	740.00	2	288.15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

**Análisis estadístico de las poblaciones de los microorganismos de suelo (hongos, bacterias totales, *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. y actinomicetos), a los cuatro meses después de la siembra**

**Cuadro 20. Análisis de varianza para los hongos a los cuatro meses después de la siembra**

Microrganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hongos	Media	48	0.77	0.70	7.61

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.48	12	0.46	9.94	<0.0001
Réplica	0.14	5	0.03	0.61	0.6939
Tratamientos	5.34	7	0.76	16.60	<0.0001
Error	1.61	35	0.05		
Total	7.09	47			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.25123**

Error: 0.0459 gl: 35

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
Mo	2.37	6	0.09	A		
Mu	2.49	6	0.09	A	B	
CA	2.64	6	0.09		B	C
V	2.70	6	0.09		B	C
Mu+G	2.84	6	0.09			C
MU+G+Mo	2.85	6	0.09			C
Mu+G+V	3.31	6	0.09			D
G	3.35	6	0.09			D D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

**Cuadro 21. Análisis de varianza para las bacterias totales a los cuatro meses después de la siembra**

Microrganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Bacterias	Media	48	0.81	0.74	7.29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.27	12	0.61	12.17	<0.0001
Réplica	0.06	5	0.01	0.23	0.9474
Tratamientos	7.21	7	1.03	20.70	<0.0001
Error	1.74	35	0.05		
Total	9.01	47			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.26150**

Error: 0.0498 gl: 35

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
V	2.58	6	0.09	A		
CA	2.68	6	0.09	A		
Mo	2.68	6	0.09	A		
Mu+G	3.04	6	0.09		B	
Mu	3.07	6	0.09		B	
G	3.27	6	0.09		B	C
Mu+G+V	3.35	6	0.09			C
MU+G+Mo	3.81	6	0.09			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

Microrganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Bacillus</i>	Media	48	0.81	0.75	9.13

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13.19	12	1.10	12.82	<0.0001
Réplica	0.50	5	0.10	1.16	0.3460
Tratamientos	12.69	7	1.81	21.15	<0.0001
Error	3.00	35	0.09		
Total	16.18	47			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.34312**

Error: 0.0857 gl: 35

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
Mo	2.09	6	0.12	A		
CA	2.87	6	0.12		B	
G	3.17	6	0.12		B	C
V	3.32	6	0.12			C
Mu	3.37	6	0.12			C
Mu+G	3.40	6	0.12			C
Mu+G+V	3.43	6	0.12			C
MU+G+Mo	4.00	6	0.12			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 23. Análisis de varianza para *Pseudomonas* spp., a los cuatro meses después de la siembra**

Microrganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Pseudomonas</i>	Media	48	0.32	0.09	193.14

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.31	12	0.28	1.38	0.2229
Réplica	1.60	5	0.32	1.59	0.1875
Tratamientos	1.71	7	0.24	1.22	0.3170
Error	7.01	35	0.20		
Total	10.32	47			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.52444**

Error: 0.2002 gl: 35

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Mo	0.00	6	0.18	A
Mu+G	0.00	6	0.18	A
MU+G+Mo	0.17	6	0.18	A
Mu	0.17	6	0.18	A
CA	0.17	6	0.18	A
G	0.33	6	0.18	A
V	0.50	6	0.18	A
Mu+G+V	0.52	6	0.18	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 24. Análisis de varianza para actinomicetos a los cuatro meses después de la siembra**

Microrganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Actinomicetos	Media	48	0.66	0.54	20.19

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17.66	12	1.47	5.66	<0.0001
Réplica	0.58	5	0.12	0.45	0.8113
Tratamientos	17.08	7	2.44	9.39	<0.0001
Error	9.10	35	0.26		
Total	26.76	47			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.59755***Error: 0.2599 gl: 35*

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
V	1.70	6	0.21	A	
CA	1.84	6	0.21	A	B
Mo	2.23	6	0.21	A	B
Mu+G	2.33	6	0.21		B
Mu	2.38	6	0.21		B
G	3.19	6	0.21		C
MU+G+Mo	3.26	6	0.21		C
Mu+G+V	3.28	6	0.21		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Análisis estadístico de la población de nematodos fitopatógenos de suelo a los ocho meses después de la siembra****Cuadro 25. Análisis de varianza para *Helicotylenchus multicinctus* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, ocho meses después de la siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Helicotylenchus</i>	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelo	16	0.64	0.00	193.90

*Datos desbalanceados en celdas.**Para otra descomposición de la SC**especifique los contrastes apropiados.!!***Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1868.58	10	186.86	0.88	0.5960
Bloques	687.50	3	229.17	1.08	0.4359
Tratamientos	1181.08	7	168.73	0.80	0.6217
Error	1057.42	5	211.48		
Total	2926.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=37.38259***Error: 211.4833 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
G	0.00	2	10.28	A
Mu+G	0.50	2	10.28	A
V	1.50	2	10.28	A
Mu	2.50	2	10.28	A
Mu+G+V	3.00	2	10.28	A
Mo	6.00	2	10.28	A

Mu+G+Mo	21.50	2	10.28 A
CA	25.00	2	10.28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 26. Análisis de varianza para *Radopholus similis* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, ocho meses después de la siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Radopholus</i>	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelo	16	0.96	0.88	48.88

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	267.25	10	26.73	12.43	0.0062
Bloques	66.50	3	22.17	10.31	0.0140
Tratamientos	200.75	7	28.68	13.34	0.0058
Error	10.75	5	2.15		
Total	278.00	15			

**Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.76921**

Error: 2.1500 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
V	0.00	2	1.04	A
Mu+G+Mo	0.00	2	1.04	A
Mu+G+V	1.00	2	1.04	A
Mo	1.50	2	1.04	A
Mu	2.00	2	1.04	A
Mu+G	3.00	2	1.04	A
G	3.50	2	1.04	A
CA	13.00	2	1.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 27. Análisis de varianza para *Rotylenchulus reniformis* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, ocho meses después de la siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Rotylenchulus</i>	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelo	16	0.90	0.69	73.24

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1070270.08	10	107027.01	4.40	0.0578
Bloques	161590.25	3	53863.42	2.22	0.2044
Tratamientos	908679.83	7	129811.40	5.34	0.0417
Error	121529.67	5	24305.93		
Total	1191799.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=400.76291**

Error: 24305.9333 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
V	17.50	2	110.24	A
Mu+G+V	40.00	2	110.24	A
Mu+G+Mo	64.00	2	110.24	A
Mo	96.00	2	110.24	A
Mu	99.00	2	110.24	A
Mu+G	125.00	2	110.24	A
G	605.50	2	110.24	B
CA	656.00	2	110.24	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

#### **Análisis estadístico de la población de nematodos fitopatógenos y no fitopatógenos de suelo a los ocho meses después de la siembra**

#### **Cuadro 28. Análisis de varianza para el total de nematodos fitoparásitos en 100 cm<sup>3</sup> de suelo (*Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*), ocho meses después de la siembra**

Categoría	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fitopatógenos	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelos	16	0.90	0.71	68.70

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.!!

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1117343.08	10	111734.31	4.75	0.0498
Bloques	178808.25	3	59602.75	2.53	0.1710
Tratamientos	938534.83	7	134076.40	5.69	0.0367
Error	117730.67	5	23546.13		
Total	1235073.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=394.44928**

Error: 23546.1333 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
V	19.00	2	108.50	A
Mu+G+V	44.00	2	108.50	A
Mu+G+Mo	85.50	2	108.50	A
Mu	103.50	2	108.50	A
Mo	103.50	2	108.50	A
Mu+G	128.50	2	108.50	A
G	609.00	2	108.50	B
CA	694.00	2	108.50	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 29. Análisis de varianza para los nematodos vida libre (*Rabditidos*, *Dorylaimidos* y *Aphelenchidos*) en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, ocho meses después de la siembra**

Categoría	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Vida libre	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelos	16	0.85	0.55	110.57

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2572584.33	10	257258.43	2.81	0.1332
Bloques	803411.25	3	267803.75	2.92	0.1393
Tratamientos	1769173.08	7	252739.01	2.76	0.1410
Error	458527.42	5	91705.48		
Total	3031111.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=778.44695**

*Error: 91705.4833 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
V	4.00	2	214.13	A
Mo	6.50	2	214.13	A
CA	13.00	2	214.13	A
Mu	54.00	2	214.13	A
Mu+G+Mo	149.50	2	214.13	A
Mu+G	312.50	2	214.13	A
G	541.00	2	214.13	A
Mu+G+V	1110.50	2	214.13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Análisis estadístico de la población de los nematodos de raíz a los ocho meses después de la siembra de semilla del plátano**

**Cuadro 30. Análisis de varianza para *Helicotylenchus multicinctus* en 100 g de raíz, ocho meses después de la siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Helicotylenchus</i>	Nematodos /100 g de raíz	16	0.68	0.03	125.77

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	67233.33	10	6723.33	1.05	0.5127
Bloques	18275.00	3	6091.67	0.95	0.4843
Tratamientos	48958.33	7	6994.05	1.09	0.4799
Error	32141.67	5	6428.33		
Total	99375.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=206.10122**

Error: 6428.3333 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
V	0.00	2	56.69 A
Mu+G+Mo	10.00	2	56.69 A
CA	30.00	2	56.69 A
Mo	50.00	2	56.69 A
Mu+G+V	70.00	2	56.69 A
Mu	70.00	2	56.69 A
G	100.00	2	56.69 A
Mu+G	180.00	2	56.69 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 31. Análisis de varianza para *Radopholus similis* en 100 g de raíz, ocho meses después de la siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Radopholus</i>	Nematodos /100 g de raíz	16	0.89	0.66	96.09

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1444050.00	10	144405.00	3.91	0.0727
Bloques	371337.50	3	123779.17	3.35	0.1130
Tratamientos	1072712.50	7	153244.64	4.15	0.0682
Error	184650.00	5	36930.00		
Total	1628700.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=493.99326**

Error: 36930.0000 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Mu+G+Mo	0.00	2	135.89 A
Mu	0.00	2	135.89 A
Mu+G	5.00	2	135.89 A
Mu+G+V	7.50	2	135.89 A
G	12.50	2	135.89 A
V	350.00	2	135.89 A
Mo	360.00	2	135.89 A
CA	865.00	2	135.89 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 32. Análisis de varianza para *Rotylenchulus reniformis* en 100 g de raíz, ocho meses después de la siembra**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Rotylenchulus</i>	Nematodos /100 g de raíz	16	0.92	0.75	79.63

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	180033.33	10	18003.33	5.40	0.0383
Bloques	16100.00	3	5366.67	1.61	0.2989
Tratamientos	163933.33	7	23419.05	7.03	0.0237
Error	16666.67	5	3333.33		
Total	196700.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=148.41259**

Error: 3333.3333 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
Mu+G+V	0.00	2	40.82	A	
V	0.00	2	40.82	A	
Mu+G+Mo	0.00	2	40.82	A	
Mu	10.00	2	40.82	A	
Mo	10.00	2	40.82	A	
Mu+G	90.00	2	40.82	A	B
CA	180.00	2	40.82		B C
G	290.00	2	40.82		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P≤0.05)

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 33. Análisis de varianza para el total de los nematodos fitopatógenos (*Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*) en 100 g de raíz, ocho meses después de la siembra**

Categoría	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fitopatógenos	Nematodos /100 g de raíz	16	0.85	0.56	70.80

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1661133.33	10	166113.33	2.93	0.1234
Bloques	247412.50	3	82470.83	1.46	0.3323
Tratamientos	1413720.83	7	201960.12	3.56	0.0904
Error	283341.67	5	56668.33		
Total	1944475.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=611.92978**

Error: 56668.3333 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Mu+G+Mo	10.00	2	168.33	A
Mu+G+V	77.50	2	168.33	A
Mu	80.00	2	168.33	A
Mu+G	275.00	2	168.33	A
V	350.00	2	168.33	A
G	402.50	2	168.33	A
Mo	420.00	2	168.33	A
CA	1075.00	2	168.33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 34. Análisis de varianza para los nematodos de vida libre (*Rabditidos, Dorylaimidos y Aphelenchidos*) en 100 g de raíz, ocho meses después de la siembra**

Categoría	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Vida libre	Nematodos /100 g de raíz	16	0.67	0.02	111.66

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	47416433.33	10	4741643.33	1.03	0.5214
Bloques	13462875.00	3	4487625.00	0.97	0.4749
Tratamientos	33953558.33	7	4850508.33	1.05	0.4957
Error	23070141.67	5	4614028.33		
Total	70486575.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=5521.68332**

Error: 4614028.3333 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Mu+G+Mo	20.00	2	1518.89	A
V	330.00	2	1518.89	A
Mu	630.00	2	1518.89	A
CA	1090.00	2	1518.89	A
Mu+G	2640.00	2	1518.89	A
Mu+G+V	2930.00	2	1518.89	A
Mo	3180.00	2	1518.89	A
G	4570.00	2	1518.89	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Análisis estadístico de las poblaciones de los microorganismos de suelo (hongos bacterias totales, *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. y actinomicetos) a los ocho meses después de la siembra**

**Cuadro 35. Análisis de varianza para los hongos, ocho meses después de la siembra**

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hongos	Log 10 ufc/g de suelo seco.	16	0.93	0.79	5.41

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.03	10	0.20	6.58	0.0253
Tratamientos	2.02	7	0.29	9.34	0.0128
Bloques	0.01	3	3.7E-03	0.12	0.9447
Error	0.15	5	0.03		
Total	2.18	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.45128**

*Error: 0.0308 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
CA	2.50	2	0.12	A			
V	3.00	2	0.12		B		
Mo	3.14	2	0.12		B	C	
Mu	3.19	2	0.12		B	C	D
G	3.43	2	0.12		B	C	D
Mu+G+Mo	3.45	2	0.12			C	D
Mu+G+V	3.62	2	0.12				D
Mu+G	3.64	2	0.12				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P≤0.05)

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 36. Análisis de varianza para las bacterias totales, ocho meses después de la siembra**

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Bacterias totales	Log 10 ufc/g de suelo seco.	16	0.71	0.12	7.62

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.76	10	0.08	1.20	0.4463
Tratamientos	0.73	7	0.10	1.64	0.3032
Bloques	0.03	3	0.01	0.17	0.9135
Error	0.32	5	0.06		
Total	1.08	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.64878**

Error: 0.0637 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
V	2.95	2	0.18 A
CA	3.10	2	0.18 A
Mu	3.18	2	0.18 A
Mo	3.23	2	0.18 A
Mu+G+Mo	3.47	2	0.18 A
Mu+G	3.49	2	0.18 A
G	3.54	2	0.18 A
Mu+G+V	3.56	2	0.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 37. Análisis de varianza para *Bacillus* spp., ocho meses después de la siembra**

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Bacillus</i> spp	Log 10 ufc/g de suelo seco.	16	0.91	0.73	5.92

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.61	10	0.16	4.99	0.0450
Tratamientos	1.43	7	0.20	6.32	0.0296
Bloques	0.18	3	0.06	1.87	0.2518
Error	0.16	5	0.03		
Total	1.77	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.46190**

Error: 0.0323 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
CA	2.57	2	0.13 A
V	2.79	2	0.13 A B
G	2.83	2	0.13 A B
Mo	2.85	2	0.13 A B
Mu	3.13	2	0.13 B C
Mu+G+Mo	3.36	2	0.13 C
Mu+G	3.36	2	0.13 C
Mu+G+V	3.40	2	0.13 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto

**Cuadro 38. Análisis de varianza para las *Pseudomonas* spp., ocho meses después de la siembra**

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Pseudomonas</i> spp	Log 10 ufc/g de suelo seco.	16	0.73	0.19	65.37

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.47	10	0.35	1.36	0.3864
Tratamientos	1.84	7	0.26	1.03	0.5041
Bloques	1.62	3	0.54	2.12	0.2157
Error	1.27	5	0.25		
Total	4.74	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.29766**

*Error: 0.2548 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
V	0.17	2	0.36 A
G	0.33	2	0.36 A
Mo	0.73	2	0.36 A
Mu+G+V	0.86	2	0.36 A
Mu	0.87	2	0.36 A
Mu+G+Mo	0.91	2	0.36 A
Mu+G	1.03	2	0.36 A
CA	1.28	2	0.36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop) V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 39. Análisis de varianza para los actinomicetos, ocho meses después de la siembra**

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Actinomicetos	Log 10 ufc/g de suelo seco..	16	0.62	0.00	18.88

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.65	10	0.26	0.80	0.6413
Tratamientos	2.24	7	0.32	0.97	0.5309
Bloques	0.40	3	0.13	0.41	0.7540
Error	1.65	5	0.33		
Total	4.29	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.47494**

Error: 0.3292 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
V	2.41	2	0.41 A
CA	2.52	2	0.41 A
Mu	2.96	2	0.41 A
Mo	3.03	2	0.41 A
Mu+G	3.14	2	0.41 A
Mu+G+Mo	3.34	2	0.41 A
G	3.45	2	0.41 A
Mu+G+V	3.46	2	0.41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

### Análisis estadístico de la poblaciones de nematodos de suelo al momento de la florecida

#### Cuadro 40. Análisis de varianza para *Helicotylenchus multicinctus* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, al momento de la florecida

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Helicotylenchus</i>	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelo	16	0.47	0.00	271.35

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.!!

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3582.58	10	358.26	0.44	0.8763
Bloques	972.19	3	324.06	0.39	0.7630
Tratamientos	2610.40	7	372.91	0.45	0.8340
Error	4107.35	5	821.47		
Total	7689.94	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=73.67624**

Error: 821.4708 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Mo	0.00	2	20.27 A
G	0.00	2	20.27 A
Mu+G+V	0.00	2	20.27 A
Mu+G	2.50	2	20.27 A
V	2.50	2	20.27 A
CA	12.00	2	20.27 A
Mu+G+Mo	25.00	2	20.27 A
Mu	42.50	2	20.27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 41. Análisis de varianza para *Radopholus similis* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, al momento de la florecida**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Radopholus</i>	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelo	16	0.91	0.73	115.08

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	649.08	10	64.91	5.02	0.0445
Bloques	222.25	3	74.08	5.73	0.0450
Tratamientos	426.83	7	60.98	4.71	0.0534
Error	64.67	5	12.93		
Total	713.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=9.24457**

Error: 12.9333 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Mo	0.00	2	2.54 A
Mu+G	0.00	2	2.54 A
Mu+G+Mo	0.00	2	2.54 A
Mu+G+V	0.00	2	2.54 A
Mu	0.00	2	2.54 A
V	0.00	2	2.54 A
G	7.50	2	2.54 A
CA	17.50	2	2.54 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 42. Análisis de varianza para *Rotylenchulus reniformis* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, al momento de la florecida**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Rotylenchulus</i>	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelo	16	0.78	0.33	214.46

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	176127.00	10	17612.70	1.74	0.2805
Bloques	39296.75	3	13098.92	1.30	0.3721
Tratamientos	136830.25	7	19547.18	1.93	0.2427
Error	50528.75	5	10105.75		
Total	226655.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=258.41376**

Error: 10105.7500 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Mu	1.00	2	71.08	A
Mu+G+V	1.00	2	71.08	A
Mu+G+Mo	3.00	2	71.08	A
Mo	8.50	2	71.08	A
V	13.50	2	71.08	A B
Mu+G	32.50	2	71.08	A B
G	45.00	2	71.08	A B
CA	270.50	2	71.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 43. Análisis de varianza para el total de nematodos fitopatógenos (*Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*) en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, al momento de la florecida**

Categoría	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fitopatógenos	16	0.79	0.38	143.08

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	201173.00	10	20117.30	1.92	0.2439
Bloques	27818.00	3	9272.67	0.89	0.5085
Tratamientos	173355.00	7	24765.00	2.37	0.1800
Error	52327.00	5	10465.40		
Total	253500.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=262.97186**

Error: 10465.4000 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Mo	8.50	2	72.34	A
V	16.00	2	72.34	A
Mu+G+V	28.50	2	72.34	A
Mu+G	35.00	2	72.34	A
Mu	43.50	2	72.34	A B
G	52.50	2	72.34	A B
Mu+G+Mo	88.00	2	72.34	A B
CA	300.00	2	72.34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 44. Análisis de varianza para los nematodos de vida libre (Rabbitidos, Dorylaimidos y Aphelenchidos) en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, al momento de la florecida**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
vida libre	Nematodos /100cm <sup>3</sup> suelo	16	0.84	0.51	78.17

*Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1653134.75	10	165313.48	2.56	0.1561
Bloques	237355.25	3	79118.42	1.22	0.3926
Tratamientos	1415779.50	7	202254.21	3.13	0.1139
Error	323479.00	5	64695.80		
Total	1976613.75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=653.83688**

*Error: 64695.8000 gl: 5*

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
V	8.50	2	179.86	A		
Mo	16.50	2	179.86	A	B	
CA	38.50	2	179.86	A	B	
Mu	55.00	2	179.86	A	B	
Mu+G+V	418.00	2	179.86	A	B	C
Mu+G+Mo	578.50	2	179.86	A	B	C
Mu+G	670.00	2	179.86		B	C
G	818.00	2	179.86			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Análisis estadístico de las poblaciones de nematodos de raíz al momento de la florecida**

**Cuadro 45. Análisis de varianza para *Helicotylenchus multicinctus* en 100 g de raíz, al momento de la florecida**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Helicotylenchus</i>	Nematodos /100 g de raíz	16	0.80	0.40	240.99

*Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14700.00	10	1470.00	2.00	0.2300
Bloques	3075.00	3	1025.00	1.39	0.3468
Tratamientos	11625.00	7	1660.71	2.26	0.1933
Error	3675.00	5	735.00		
Total	18375.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=69.69073**

Error: 735.0000 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Mu+G+V	0.00	2	19.17 A
G	0.00	2	19.17 A
Mu	0.00	2	19.17 A
Mo	0.00	2	19.17 A
V	0.00	2	19.17 A
Mu+G+Mo	0.00	2	19.17 A
Mu+G	10.00	2	19.17 A
CA	80.00	2	19.17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 46. Análisis de varianza para *Radopholus similis* en 100 g de raíz, al momento de la florecida**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Radopholus</i>	Nematodos /100 g de raíz	16	0.84	0.53	241.96

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	608585.33	10	60858.53	2.68	0.1438
Bloques	142803.00	3	47601.00	2.10	0.2191
Tratamientos	465782.33	7	66540.33	2.93	0.1271
Error	113429.67	5	22685.93		
Total	722015.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=387.17713**

Error: 22685.9333 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
V	0.00	2	106.50 A
Mu+G+V	0.00	2	106.50 A
G	0.00	2	106.50 A
Mu+G+Mo	0.00	2	106.50 A
Mu	0.00	2	106.50 A
Mu+G	0.00	2	106.50 A
Mo	10.00	2	106.50 A
CA	488.00	2	106.50 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 47. Análisis de varianza para *Rotylenchulus reniformis* en 100 g de raíz, al momento de la florecida**

Género	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Rotylenchulus</i>	Nematodos /100 g de raíz	16	0.63	0.00	177.40

Datos desbalanceados en celdas.  
 Para otra descomposición de la SC  
 especifique los contrastes apropiados. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	36644.00	10	3664.40	0.86	0.6079
Bloques	4347.00	3	1449.00	0.34	0.7976
Tratamientos	32297.00	7	4613.86	1.09	0.4809
Error	21251.00	5	4250.20		
Total	57895.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=167.58535**

Error: 4250.2000 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
G	0.00	2	46.10 A
Mo	0.00	2	46.10 A
V	0.00	2	46.10 A
Mu+G+V	10.00	2	46.10 A
Mu	34.00	2	46.10 A
Mu+G	50.00	2	46.10 A
Mu+G+Mo	60.00	2	46.10 A
CA	140.00	2	46.10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 48. Análisis de varianza para los nematodos fitopatógenos (*Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus multicinctus*) en 100 g de raíz, al momento de la florecida**

Categoría	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fitopatógenos	16	0.84	0.52	191.68

Datos desbalanceados en celdas.  
 Para otra descomposición de la SC  
 especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1182626.25	10	118262.63	2.65	0.1473
Bloques	236054.69	3	78684.90	1.76	0.2707
Tratamientos	946571.56	7	135224.51	3.02	0.1206
Error	223553.19	5	44710.64		
Total	1406179.44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=543.54662**

Error: 44710.6375 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.
G	0.00	2	149.52 A
V	0.50	2	149.52 A
Mo	10.00	2	149.52 A
Mu+G+V	10.00	2	149.52 A
Mu	34.00	2	149.52 A
Mu+G	60.00	2	149.52 A

Mu+G+Mo	60.00	2	149.52	A
CA	708.00	2	149.52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 49. Análisis de varianza para los nematodos de vida libre (Rabbitidos, Dorylaimidos y Aphelenchidos) en 100 g de raíz, al momento de la florecida**

Categoría	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Vida libre	16	0.71	0.12	143.33

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	47699200.00	10	4769920.00	1.21	0.4412
Bloques	5589200.00	3	1863066.67	0.47	0.7146
Tratamientos	42110000.00	7	6015714.29	1.53	0.3315
Error	19702800.00	5	3940560.00		
Total	67402000.00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=5102.82106**

Error: 3940560.0000 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
V	0.00	2	1403.67	A
Mo	120.00	2	1403.67	A
Mu+G+Mo	150.00	2	1403.67	A
G	650.00	2	1403.67	A
Mu	1320.00	2	1403.67	A
Mu+G+V	1850.00	2	1403.67	A
CA	2340.00	2	1403.67	A
Mu+G	4650.00	2	1403.67	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Análisis estadístico de las poblaciones de los microorganismos (hongos bacterias totales, *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. y actinomicetos) de suelo al momento de la florecida del plátano**

**Cuadro 50. Análisis de varianza para los hongos al momento de la florecida**

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hongos	Media	16	0.87	0.61	3.82

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados.!!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.62	10	0.06	3.32	0.0990
Réplica	0.47	3	0.16	8.38	0.0214
Tratamiento	0.15	7	0.02	1.14	0.4569
Error	0.09	5	0.02		
Total	0.71	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.35057**

Error: 0.0186 gl: 5

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mu	3.32	2	0.10 A
V	3.41	2	0.10 A B
Mu+G	3.49	2	0.10 A B C
Mo	3.55	2	0.10 A B C
CA	3.58	2	0.10 A B C
Mu+G+V	3.70	2	0.10 B C
G	3.72	2	0.10 B C
Mu+G+Mo	3.78	2	0.10 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 51. Análisis de varianza para las bacterias totales al momento de la florecida**

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Bacterias totales	Media	16	0.64	0.00	10.13

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.!!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.35	10	0.13	0.89	0.5922
Réplica	0.68	3	0.23	1.51	0.3200
Tratamiento	0.66	7	0.09	0.62	0.7244
Error	0.76	5	0.15		
Total	2.10	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.99957**

Error: 0.1512 gl: 5

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mu	3.46	2	0.27 A
V	3.50	2	0.27 A
CA	3.79	2	0.27 A
Mu+G	3.83	2	0.27 A
G	3.85	2	0.27 A
Mo	3.91	2	0.27 A
Mu+G+V	3.94	2	0.27 A
Mu+G+Mo	4.43	2	0.27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 52. Análisis de varianza para *Bacillus* spp., al momento de la florecida**

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Bacillus</i>	Media	16	0.87	0.60	13.27

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados. !!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.08	10	0.51	3.22	0.1045
Réplica	0.69	3	0.23	1.47	0.3297
Tratamiento	4.38	7	0.63	3.97	0.0742
Error	0.79	5	0.16		
Total	5.87	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.02121**

*Error: 0.1578 gl: 5*

Tratamiento	Medias	n	E.E.
V	2.29	2	0.28 A
Mo	2.34	2	0.28 A B
Mu	2.53	2	0.28 A B
CA	2.68	2	0.28 A B C
Mu+G+Mo	3.33	2	0.28 B C
G	3.57	2	0.28 C
Mu+G	3.58	2	0.28 C
Mu+G+V	3.63	2	0.28 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

**Cuadro 53. Análisis de varianza para las *Pseudomonas* spp., al momento de la florecida**

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Pseudomonas</i>	Media	16	0.66	0.00	26.67

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados. !!*

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.73	10	0.27	0.97	0.5518
Réplica	0.56	3	0.19	0.66	0.6089
Tratamiento	2.16	7	0.31	1.10	0.4765
Error	1.41	5	0.28		
Total	4.14	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.36553**

*Error: 0.2822 gl: 5*

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mu+G+V	1.53	2	0.38 A
Mu	1.55	2	0.38 A
Mu+G	1.62	2	0.38 A

V	2.01	2	0.38	A
Mo	2.06	2	0.38	A
G	2.09	2	0.38	A
CA	2.33	2	0.38	A
Mu+G+Mo	2.75	2	0.38	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.

#### Cuadro 54. Análisis de varianza para actinomicetos los al momento de la florecida

Microorganismos	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Actinomicetos	Media	16	0.44	0.00	22.06

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC*

*especifique los contrastes apropiados. !!*

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.64	10	0.26	0.39	0.9014
Réplica	1.97	3	0.66	0.98	0.4721
Tratamiento	0.67	7	0.10	0.14	0.9881
Error	3.35	5	0.67		
Total	5.98	15			

**Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.10260**

*Error: 0.6690 gl: 5*

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CA	3.20	2	0.58 A
V	3.46	2	0.58 A
Mu+G	3.48	2	0.58 A
Mu	3.49	2	0.58 A
G	3.85	2	0.58 A
Mo	3.89	2	0.58 A
Mu+G+V	4.02	2	0.58 A
Mu+G+Mo	4.28	2	0.58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Mc= *Mucuna*, G= Gallinaza, Mc + G= *Mucuna* + Gallinaza, Mc + G + V= *Mucuna* + Gallinaza + Vydate-L (oxamil), Mc + G + M= *Mucuna* + Gallinaza + Mocap 15G (ethoprop), V= Vydate-L (oxamil), M= Mocap 15G (ethoprop), C A= Control Absoluto.