

RESPUESTA DE FITONEMATODOS DE PLÁTANO *Musa* AAB SIMMONDS A ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DEL SUELO Y NUTRICIÓN

Luis Gabriel Bautista M.¹
Martha Marina Bolaños B.²
Neuza Massae Asakawa³
Bernardo Villegas E.⁴

Recibido el 19 de octubre de 2013, aprobado el 19 de agosto de 2014, actualizado el 1 noviembre de 2014

DOI: 10.17151/luaz.2015.40.6

RESUMEN

En Colombia el cultivo de plátano ocupa uno de los principales renglones de la economía; hace parte de la canasta familiar y es una fuente de empleo en las zonas donde se cultiva. La producción de este frutal se ve amenazada por el ataque de nematodos fitoparásitos que afectan el sistema radical, disminuyen la absorción de nutrientes y sirven como puerta de entrada a patógenos. Debido a esto, se requieren manejos que permitan la regulación de las poblaciones mediante estrategias que no atenten contra el equilibrio del ecosistema y que presenten una ventaja competitiva frente a los tratamientos tradicionales. En este estudio se evaluó la respuesta poblacional de fitonematodos del plátano Dominico Hartón, la presencia de hongos micorrízicoarbusculares (HMA) y la actividad de lombrices a la inoculación con HMA, lixiviado de compost de raquis de plátano y lombricompost. Los resultados obtenidos en la investigación sugieren que la respuesta de la población de fitonematodos a los tratamientos evaluados, mostró gran dependencia de las características parasíticas de cada género y que la aplicación de lombricompost, HMA y lixiviado de raquis de plátano pueden tener potencial en la regulación de las poblaciones de fitonematodos en el cultivo.

PALABRAS CLAVE

Micorrizas, lombricompost, lixiviado, nematodos, lombrices.

PLANTAIN *Musa* AAB SIMMONDS PHYTONEMATODES RESPONSE TO SOIL INTEGRATED MANAGEMENT STRATEGIES AND NUTRITION

ABSTRACT

Plantain cultivation in Colombia occupies one of the main areas of the economy: plantain is part of the shopping basket and is a source of employment in the areas where it is cultivated. The production of this fruit is threatened by the attack of phytoparasitic nematodes affecting the root system, reducing the absorption of nutrients and serving as a gateway to pathogens. Because of this, maneuvers which allow the regulation of populations through strategies that do not threaten the balance of the ecosystem and that show a competitive advantage over traditional treatments. The phytonematodes population response of Dominico-Harton plantain, the presence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and earthworm activity to HMA inoculation, leachate from plantain compost rachis and earthworm compost were evaluated in this study. The results obtained from this research suggest that the phytonematodes population response to the treatments evaluated, showed strong dependence on parasitic characteristics of each gender and than the application of

earthworm compost, AMF and leachate from plantain compost rachis may have a potential in the regulation of phytonematodes populations in cultivation.

KEY WORDS

Mycorrhizae, earthworm compost, leachate, nematodes, earthworm.

INTRODUCCIÓN

El plátano se encuentra dentro de los cuatro productos más cultivados a nivel mundial después del arroz, el trigo y el maíz; en Colombia entre los años 1999 y 2010 ocupó en promedio 358.287 ha, con una producción de 2'735.881 t y cerca de 160.000 empleos generados (MADR, 2011). La producción de este cultivo en la zona cafetera presenta problemas sanitarios por las Sigatocas amarilla y negra (*Mycosphaerella fijiensis* y *M. musicola*), la bacteria causante del Moko (*Ralstonia solanacearum* Raza 2), enfermedades virales (CMV & BSV), el ataque de insectos (complejo de picudos) y nematodos fitoparásitos, entre otros.

Los nematodos fitoparásitos causan problemas de anclaje y fuertes daños al sistema radical, producen lesiones y pudrición del mismo afectando en gran medida el desarrollo normal de la planta. El complejo de nematodos del plátano en la zona cafetera incluye a los géneros *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Radopholus* (Guzmán-Piedrahita & Castaño-Zapata, 2005); además de la clasificación taxonómica que se les ha dado, sus hábitos de ectoparásitos y endoparásitos sirven como punto de referencia para su identificación y determinan en gran medida el daño que causan.

Los nematodos de hábito endoparásito se clasifican en migratorios y sedentarios; considerando los de hábito migratorio como los más dañinos debido a que penetran en los tejidos, permanecen en ellos y se mueven en su interior, destruyendo las células y formando grietas hasta terminar su ciclo (Agrios, 2005). Por su parte, los nematodos de hábito sedentario modifican las células inyectando enzimas, hinchándolas y provocando su muerte (Rafiq, 2000).

El manejo de este problema requiere aplicaciones de productos químicos que generan problemas de salud y degradan la biología del suelo, disminuyen la fertilidad del mismo e incrementan los costos de la producción. Por lo anterior, se ha recurrido a estrategias amigables con el ambiente que permitan contrarrestar el ataque y regular las poblaciones de estos organismos. Los métodos más estudiados incluyen la modificación de la actividad de los microorganismos a través del manejo del suelo, el ambiente, las condiciones del cultivo y los métodos de control biológico con antagonistas sobre o dentro de los tejidos de la planta (Cook & Baker, 1983).

La modificación del ambiente para el manejo de fitonematodos puede incluir la aplicación de hongos micorrízicoarbusculares (HMA), que generan un sistema de raíces modificadas como resultado de su asociación con las raíces de las plantas (Botero et al., 2003). Este tipo de asociación mutualista proporciona varias ventajas a la planta tales como: el incremento de la resistencia a enfermedades al mejorar el vigor de la planta, la repelencia de patógenos en la zona de la raíz al competir por nutrientes o producir sustancias antibióticas, brindan mayor capacidad de exploración a las raíces con las que establecen simbiosis, confieren mayor capacidad de absorción de nutrimentos y de agua, los cuales influyen positivamente en el crecimiento de las plantas (Bolaños & Castilla, 2006; Bolaños, 2012).

Por otro lado, los lixiviados producidos del compostaje del raquis de plátano y otros subproductos, son ricos en sustancias nutritivas y microorganismos que actúan de forma inhibitoria sobre la expansión de las lesiones en los tejidos y la eliminación de otros microorganismos (Mogollón & Castaño-Zapata, 2010).

Por último el lombricompost, obtenido mediante la oxidación biológica y estabilización de los sustratos orgánicos por medio de la descomposición que ejercen las lombrices y otro tipo de microorganismos, compuesto por elementos minerales como C, N, Ca, K, Mn y Zn, favorece la producción de enzimas importantes para la transformación de la materia orgánica (Durán & Henríquez, 2007), mejora las condiciones de desarrollo de las plantas e influye en el balance de las poblaciones de microorganismos en el suelo.

Por lo anterior, se evaluó la respuesta de la población de los nematodos fitoparásitos durante dos ciclos productivos del plátano Dominico Hartón (Musa AAB SIMONDS), mediante la aplicación de HMA, lixiviado de compost de raquis de plátano y lombricompost; y su efecto sobre los organismos benéficos presentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la finca “La Cumbre” ubicada en la vereda “La Argentina” del municipio de La Tebaida (Quindío).

Se evaluaron siete tratamientos que incluyeron el manejo tradicional del productor (P) usado como testigo, una aplicación de HMA (M) (495 esporas/10g/sitio), tres aplicaciones de lombricompost (L) a los 60, 180 y 365 días después de la siembra (DDS) (2 kg, 4 kg y 2 kg, respectivamente), HMA (M) más lombricompost (L) y la combinación de estos últimos con lixiviado de raquis de plátano (Lx) así: MLx, LLx y MLLx (una aplicación de 4,5 L/sitio). El diseño experimental fue de bloques completos al azar bajo un arreglo de parcelas divididas, la unidad experimental fue de nueve plantas, con tres repeticiones y se desarrolló durante dos ciclos de producción de la cultivariedad Dominico Hartón. Se evaluó, la población de nematodos en suelo y raíces; la colonización de HMA en raíces y la población de lombrices en el suelo durante la época de floración. El muestreo se realizó en cada una de las unidades experimentales, tomando una muestra compuesta por cada tratamiento, de acuerdo con la metodología descrita por Bolaños (2006).

Para la extracción e identificación de nematodos y la evaluación de colonización de HMA, se colectaron 81 muestras de suelos y raíces en rizosfera a una profundidad de 0-20 cm, según la distribución del sistema radical en el perfil del suelo, las cuales fueron enviadas al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) para su respectivo procesamiento.

Extracción e identificación de nematodos. El procedimiento se basó en la metodología reportada por Varón & Castillo (2001). En raíces, se utilizó el método de licuado y centrifugación en azúcar; para ello se licuó el material vegetal de baja a alta velocidad por 30 s, se pasó el contenido por dos tamices con poros de 0,600 y 0,038 mm de abertura, se colocó el contenido del último tamiz en un tubo de ensayo y se aforó con una solución de sacarosa al 50% (500 g de azúcar/L de agua), posteriormente se centrifugó durante cinco minutos a 3500 rpm, se lavó el sobrenadante en el segundo tamiz (0,0038 mm) con agua corriente para eliminar la solución azucarada; y finalmente se vertió en un tubo falcón aforando con agua destilada hasta 20 ml. En el caso del suelo, se agitaron 100 g con agua corriente en

un recipiente, se dejó reposar por 10 s, se pasó la suspensión por los dos tamices descritos anteriormente y se siguió el mismo procedimiento utilizado para las raíces. Se tomaron muestras de 1 ml que fueron transferidas a cámaras de conteo para realizar tres lecturas por muestra, con la ayuda de un estereoscopio (Wild Heerbrugg) se contaron los individuos y se calculó la población de nematodos; finalmente mediante un microscopio compuesto (Leitz Ortholux II), se observaron los diferentes géneros de fitonematodos y otros grupos funcionales, los cuales fueron identificados mediante el uso de claves taxonómicas (Mai et al., 1996).

Porcentaje de colonización y arbúsculos de HMA. Se cortaron fragmentos de raíces de 1 cm y se colocaron sobre placas portaobjetos, después de aclaradas con una solución de KOH 10% y teñidas con tinta Sheaffer (solución 5% en vinagre) (Vierheilig et al., 1998), se evaluaron las estructuras mediante la escala propuesta por Trouvelot et al. (1986) y se calcularon los porcentajes de colonización y de arbúsculos mediante el programa MYCOCALC (Dodd et al., 2001).

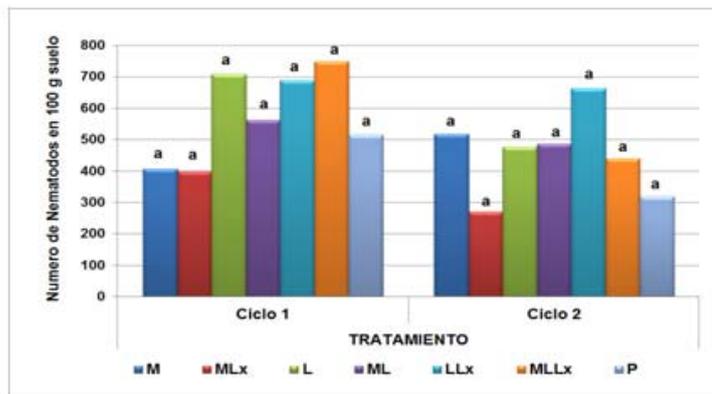
Población de lombrices. El muestreo se llevó a cabo según el método TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) descrito por Anderson & Ingram (1993). Para ello se tomó un monolito de suelo de 25 x 25 x 20 cm por cada unidad experimental, se separaron directamente en el campo las lombrices manualmente y se depositaron en recipientes con formol al 4% hasta identificar en el laboratorio los organismos epigeos y/o endógenos.

Análisis estadísticos. A los datos se les hizo análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey al 5%, para lo cual fueron ajustados a una distribución normal mediante transformación con $\sqrt{x} + 0.5$ en el caso de las poblaciones de nematodos y $X = (\sqrt{Y\%}) \cdot \text{Sin}^{-1}$ para la colonización micorrícica; adicionalmente se realizaron correlaciones múltiples de Pearson entre la población de fitonematodos y la colonización micorrícica. El procesamiento de la información se realizó mediante el software Statistical Analysis System (SAS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Población de nematodos. Los principales géneros de fitonematodos encontrados tanto en el suelo como en raíces fueron *Radopholus*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus*, estos cuatro géneros son considerados como los más importantes para el cultivo del plátano debido a los daños que causan (Araya, 2003, 2004; Guzmán-Piedrahita & Castaño-Zapata, 2005). Ocasionalmente se encontraron los géneros *Tylenchus*, *Aphelenchus* y *Aphelenchoides*; a pesar de que muchos autores los incluyen dentro de los fitonematodos, estos dos últimos géneros son clasificados como nematodos fungívoros (Yeates, 2007) o de actividad parasítica no definida (Francia Varón, *comunicación personal*). Además de los nematodos fitoparásitos, también se identificaron otros grupos funcionales y de vida libre, que fueron agrupados como nematodos saprófitos, donde predominaron los géneros bacteriófagos *Rhabditis* y *Plectus*.

La población total de fitonematodos en el suelo en los diferentes tratamientos, no sobrepasó los 800 individuos en 100 g de suelo y a su vez no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados. Sin embargo, la inoculación de HMA junto con lixiviado (MLx) tendió a disminuir la población en el segundo ciclo, más que los otros tratamientos aplicados, pero fue muy similar al manejo del productor (testigo) donde no se aplica ninguna enmienda orgánica (Figura 1).



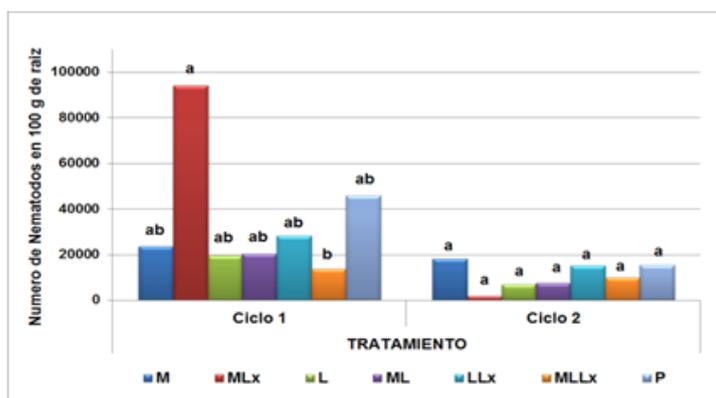
Promedios en cada columna seguidos por la misma letra no difieren entre sí, según la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$).

M: Micorriza; **MLx:** Micorriza + Lixiviado; **L:** Lombricompost; **ML:** Micorriza + Lombricompost; **LLx:** Lombricompost + Lixiviado; **MLLx:** Micorriza + Lombricompost + Lixiviado y **P:** Productor.

Fuente: Los autores.

Figura 1. Población total de nematodos fitoparásitos en 100 g de suelo durante dos ciclos productivos de plátano Dominico Hartón.

En la **Figura 2** se muestra la población total de fitonematodos en las raíces por tratamiento. En primer ciclo la población osciló entre 13.671 y 45.843 individuos en 100 g de raíz, con excepción del tratamiento MLx donde su número fue de 93.986. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la población de fitonematodos entre las plantas que recibieron MLx y MLLx; por otro lado, en el segundo ciclo hubo una reducción de la población de nematodos a menos de 20.000 individuos en 100 g de raíces en todos los tratamientos principalmente en el MLx.



Promedios cada columna seguidos por la misma letra no difieren entre sí, según la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$).

M: Micorriza; **MLx:** Micorriza + Lixiviado; **L:** Lombricompost; **ML:** Micorriza + Lombricompost; **LLx:** Lombricompost + Lixiviado; **MLLx:** Micorriza + Lombricompost + Lixiviado y **P:** Productor.

Fuente: Los autores.

Figura 2. Población total de nematodos fitoparásitos en 100 g de raíz durante dos ciclos productivos de plátano Dominico Hartón.

Al comparar la abundancia de nematodos entre ciclos, no se presentaron diferencias para las poblaciones de fitonematodos en el suelo, siendo menor en el segundo

ciclo; la población total de nematodos saprofitos presentó diferencias estadísticamente significativas y un aumento notable para el segundo periodo, este resultado posiblemente se debió a los hábitos migratorios de los fitoparásitos presentes al surgir un hospedante susceptible (Rafiq, 2000; Agrios, 2005) y al efecto de la adición de materia orgánica que incrementa las poblaciones de nematodos saprofitos (Freckman, 1988). Con relación a las poblaciones en raíz, hubo una disminución significativa en el total de fitonematodos en el segundo ciclo, posiblemente por el efecto de los tratamientos aplicados (Tabla 1).

Tabla 1. Población total de nematodos bajo diferentes tratamientos durante dos ciclos productivos de plátano Dominico Hartón

Población en suelo									
Ciclos	M	MLx	L	ML	LLx	MLLx	P	Promedio total Fitoparásitos	Promedio total Saprofitos
Primero	407a [^]	400a	708a	562a	689a	750a	515a	592a	39b
Segundo	517a	271a	476a	486a	663a	439a	320a	465a	86a
Efecto ¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	**
Población en raíz									
Ciclos	M	MLx	L	ML	LLx	MLLx	P	Promedio total Fitoparásitos	Promedio total Saprofitos
Primero	23442a	93986a	19503a	20157a	28287a	13671a	45843a	30976a	799a
Segundo	18223a	1699b	6917b	7374a	14977a	9864a	15417b	12069b	378a
Efecto ¹	ns	**	*	ns	ns	ns	*	*	ns

[^] Promedios en cada columna seguidos por la misma letra no difieren entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). ¹ ns: interacción estadísticamente no significativa; *: significativa a $P \leq 0,05$; **: altamente significativa a $P \leq 0,001$.

Fuente: Los autores.

Haga click sobre la imagen para ampliarla

La combinación de los tratamientos demostró un efecto sinérgico sobre las poblaciones de fitonematodos concordando con los resultados presentados por Felde et al. (2006), quienes comprobaron cómo los agentes biocontroladores compatibles pueden proporcionar una protección mejorada si se compara con el uso de solo un agente, esta característica es atribuida a los requerimientos ecológicos diversos que aumentan la confiabilidad y disminuyen la variabilidad del biocontrol.

Por otro lado, una población poliespecífica de nematodos convive en el suelo y en las raíces, y la frecuencia y abundancia de cada una de las especies puede cambiar según las condiciones agroecológicas (Araya, 2003). A continuación se analiza cómo las poblaciones de los géneros cambian bajo los diferentes tratamientos aplicados.

En el primer ciclo los géneros *Radopholus* y *Helicotylenchus* predominaron en el suelo y superaron significativamente a *Pratylenchus* y *Meloidogyne* independientemente de los tratamientos aplicados. En el segundo periodo de evaluación, la población de *Helicotylenchus* en el suelo se mantuvo o aumentó, al paso que la de *Radopholus* disminuyó en todos los tratamientos en especial con aquellos que incluyeron la aplicación de lombricompost (Tabla 2); se observó un aumento significativo de las poblaciones de nematodos saprofitos de tipo bacteriófago sobre los demás géneros presentes excepto *Helicotylenchus* bajo el tratamiento MLLx. Este grupo funcional (bacteriófagos) es más abundante que los fungívoros, pero menos que los fitonematodos y están fuertemente asociados al aumento de materia orgánica (Freckman, 1988; Neher, 2010); también se ha comprobado que la adición de materia orgánica en suelos agrícolas aumenta las poblaciones de nematodos bacteriófagos y fungívoros, a la vez que disminuye las cantidades de fitonematodos (Freckman, 1988), de ahí el desarrollo de diversos

estudios sobre los efectos de las enmiendas orgánicas en la población de este tipo de nematodos.

Tabla 2. Población de nematodos en 100 g de suelo, bajo diferentes tratamientos durante dos ciclos productivos de plátano Dominico Hartón

Nematodo	Tratamiento															
	M		MLx		L		ML		LLx		MLLx		P			
	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2		
<i>R. similis</i>	172 ab ^a	46 a	179 a	27 a	258 a	7.5 b	303 a	6.0 b	338 a	54 b	486 a	13 cd	309 a	20 b		
<i>Meloidogyne</i>	9.1 c	206 a	21 b	30 a	22 b	117 b	15 c	66 b	20 b	71 b	23 c	72 bc	3.0 c	13 b		
<i>Helicotylenchus</i>	183 a	197 a	155 ab	184 a	348 a	341 a	172 ab	402 a	266 a	481 a	179 ab	340 a	151 ab	259 a		
<i>Pratylenchus</i>	42 bc	65 a	44 ab	12 a	77 b	4.3 b	71 bc	8.0 b	42 b	50 b	61 bc	5.8 d	51 bc	25 b		
Saprotitos	34 bc	86 a	41 b	88 a	27 b	66 b	50 c	50 b	30 b	96 b	57 bc	108 b	24 bc	87 b		
Efecto ¹	**	ns	*	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*		

^a Promedios en cada columna seguidos por la misma letra no difieren entre sí según la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$). ¹ ns: interacción estadísticamente no significativa; *: significativa a $P \leq 0,05$; **: significativa a $P \leq 0,001$. C: Ciclo (1 y/o 2). M: Micorriza; MLx: Micorriza + Lixiviado; L: Lombricompost; ML: Micorriza + Lombricompost; LLx: Lombricompost + Lixiviado; MLLx: Micorriza + Lombricompost + Lixiviado y P: Productor.

Fuente: Los autores.

Haga click sobre la imagen para ampliarla

En raíces, los tratamientos aplicados no influyeron significativamente en las poblaciones de fitonematodos, exceptuando el tratamiento M en el primer ciclo donde la población de *Radopholus* fue inferior a la de *Meloidogyne* y *Helicotylenchus*. También se observó que la disminución de *Radopholus* en el suelo en el segundo ciclo coincide con su aumento en las raíces. Este género tiene una vida corta en el suelo, cerca de seis meses o menos en ausencia de plantas hospedantes, debido a que necesita de un hospedante vivo para sobrevivir y desarrollar su hábito de endoparásito migratorio (Agrios, 2005; Brooks, 2008) (Tabla 3).

El género *Pratylenchus* presentó una baja población en el suelo y predominó en el interior de las raíces de plátano en todos los tratamientos durante ambos ciclos con una población cercana a los 57.643 individuos por 100 g de raíces bajo el tratamiento MLx en el primer ciclo (Tabla 3).

Debido a su característica de endoparásito migratorio, *Helicotylenchus* se considera como uno de los más numerosos y diseminados en cultivos de musáceas alrededor del mundo (Siddiqi, 1973, Baujard & Martiny, 1995, Luc et al., 2005 citados por Guzmán-Piedrahita, 2011); a pesar de ser uno de los más predominantes, en las evaluaciones realizadas en el suelo del presente estudio, su presencia en las raíces no varió significativamente entre tratamientos con relación a otros fitonematodos, exceptuando el tratamiento M en el primer ciclo, donde su población fue mayor que la de *Radopholus* (Tabla 3).

Los efectos significativos de los tratamientos MLx, ML, LLx y MLLx sobre la abundancia de nematodos en raíces, sugieren que dicha diferencia es significativa entre las poblaciones de nematodos fitoparásitos y saprófitos; ya que estos últimos, en su mayoría de tipo bacteriófago, son atraídos por las raíces necrosadas. Por otra parte, en las raíces de las plantas que recibieron biofertilización con micorrizas en el primer ciclo, se observó mayor población de *Meloidogyne* en relación con la de *Radopholus* y un efecto inverso en ambos ciclos se observó en las plantas que recibieron el manejo del productor (P) (Tabla 3).

Tabla 3. Población de nematodos en 100 g de raíces, bajo diferentes tratamientos durante dos ciclos productivos de plátano Dominico Hartón

Nematodo	Tratamiento														P
	M		MLx		L		ML		LLx		MLLx		C 1	C 2	
	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2			
<i>R. similis</i>	2478b ^a	4878a	17060ab	709a	3137a	883a	5590ab	1446a	5797ab	3612a	2584a	1216ab	14534ab	2898ab	
<i>Meloidogyne</i>	11425a	2950a	14893ab	215a	3846a	1104a	2487ab	1084a	2494ab	781ab	2538a	3400ab	2011c	175c	
<i>Helicotylenchus</i>	4135a	1478a	4389ab	713a	3650a	2533a	3479ab	4051a	3065ab	2036a	1703a	2933a	3970bc	4270ab	
<i>Pratylenchus</i>	5402ab	8915a	57643a	286a	8868a	2391a	8600a	782a	16929a	8546a	6846a	2313ab	25326a	8072a	
Saprófitos	170b	515a	3721b	225a	462a	108a	212b	374a	745b	461a	311a	163b	458c	677bc	
Efecto ¹	*	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	*	*	ns	*	**	**	

^a Promedios en cada columna seguidos por la misma letra no difieren entre sí según la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$). ¹ ns: interacción estadísticamente no significativa; *: significativa a $P \leq 0,05$; **: significativa a $P \leq 0,001$. C: Ciclo (1 y/o 2). M: Micorriza; MLx: Micorriza + Lixiviado; L: Lombricompost; ML: Micorriza + Lombricompost; LLx: Lombricompost + Lixiviado; MLLx: Micorriza + Lombricompost + Lixiviado y P: Productor. Los datos fueron transformados mediante $\sqrt{x+0,5}$ para el análisis estadístico.

Fuente: Los autores.

Haga click sobre la imagen para ampliarla

El hábito excluyente entre los géneros de fitonematodos se debe a la competencia intraespecífica por espacio y/o nutrientes necesarios para desarrollarse (Pinochet, 1977; Torrado & Castaño-Zapata, 2009). Durante el primer ciclo de evaluación, el tratamiento M mostró un efecto inverso al encontrado en el manejo del productor (P) en raíz; al respecto, Clermont-Dauphin et al. (2004) encontraron otro comportamiento de competencia entre *Radopholus* y *Helicotylenchus* en raíces de cultivo de banano que nunca fue tratado con nematicida. Este resultado también se observó en la población de nematodos del suelo del presente estudio durante el segundo ciclo, exceptuando los tratamientos M y MLx (Tabla 2); mientras que en el interior de las raíces solo se observó en el tratamiento M durante el primer ciclo (Tabla 3). El género *Radopholus* es de gran importancia para el cultivo de musáceas debido al daño que causa en la raíz, lo cual se ve reflejado en la disminución de la productividad (Guzmán-Piedrahita & Castaño-Zapata, 2005), partiendo de este hecho, es necesario investigar diferentes opciones de manejo que estimulen una regulación natural de infestación por *Radopholus*.

Alarcón & Castaño-Zapata (2006) en su estudio poblacional de fitonematodos en raíces de plátano en el departamento de Caldas, reportaron poblaciones máximas de *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Radopholus*, con valores de 4.700, 9.075, 1.000 y 250 individuos respectivamente, en 100 g de raíces. En este estudio las poblaciones de *Helicotylenchus* en todos los tratamientos están dentro de este rango; mientras que *Meloidogyne* solo coincidió en las raíces de plantas de plátano que recibieron los tratamientos M y ML durante el primer ciclo, con 11.425 y 14.893 individuos respectivamente; mientras que *Pratylenchus* y principalmente *Radopholus*, presentaron valores poblacionales más altos que los encontrados en el departamento de Caldas; según estos autores hasta el momento no existe un nivel poblacional crítico para dichos géneros ya que se presentan reportes de volcamiento por *Helicotylenchus* spp., con poblaciones entre 14.000 y 50.000 nematodos en 100 g de raíces. También es importante considerar que la frecuencia y abundancia de cada uno de estos géneros puede cambiar según la variedad o cultivar del plátano, por las condiciones agroecológicas, la diferencia en el rango de hospedantes y la virulencia de las especies (Araya, 2003; Rivillas, 2005; Múnera, 2008).

Uno de los principales mecanismos de dispersión de nematodos es a través de semillas o cormos contaminados, en este estudio se utilizaron semillas de tres meses producidas en condiciones de termoterapia. Por lo tanto, es posible que

estas poblaciones ya se encontraran establecidas en campo durante la duración del experimento. Se destaca que las plantas que recibieron el tratamiento MLx presentaron una menor población de todos los fitonematodos en la raíz para el segundo ciclo de cultivo (Tabla 3). Sin embargo, al observar los géneros dentro de los tratamientos, son importantes las reducciones poblacionales con la aplicación de L para los nematodos *R. similis* y *Pratylenchus*; ML para *R. similis*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus*; LLx para *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, y MLLx para este último fitonematodo (Tabla 3).

Colonización de HMA. Los diferentes tratamientos aplicados no influyeron en la frecuencia ni en la colonización de las raíces por hifas y arbusculos de HMA (Tabla 4). Se pudo observar que más del 50% de las raíces presentaron HMA, pero con baja presencia de arbusculos. Por otro lado, el manejo del productor exhibió menos raíces micorrizadas con un bajo porcentaje de colonización de hifas y arbusculos.

Tabla 4. Presencia de HMA durante dos ciclos productivos de plátano Dominico Hartón

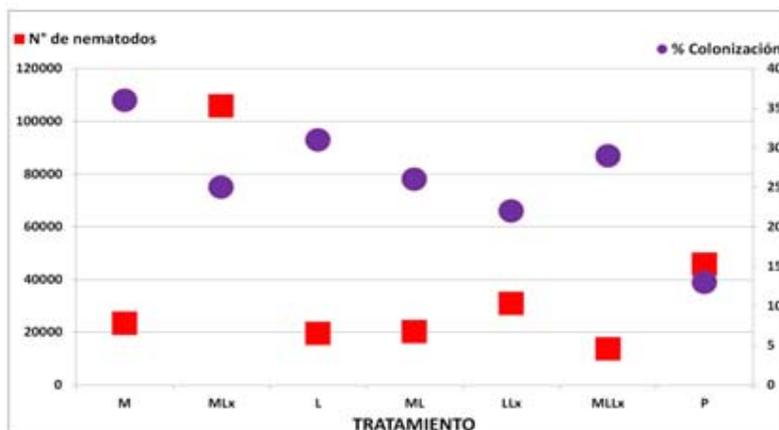
Tratamiento	% de Frecuencia		% de Colonización		% de Arbusculos	
	C 1	C 2	C 1	C2	C 1	C 2
Micorriza	73 ^{ns}	79	36	34	9	12
Micorriza + Lixiviado	66	85	25	45	7	18
Lombricompost	73	67	31	34	12	17
Micorriza + Lombricompost	63	66	26	15	10	2
Lombricompost + Lixiviado	64	59	22	21	7	9
Micorriza + Lombricompost +Lixiviado	74	82	29	36	12	17
Productor	56	77	13	28	3	15

^{ns} Promedios en cada columna con interacción estadísticamente no significativa según la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$). Los datos se transformaron en arcoseno $X = (\sqrt{Y\%}) * \sin^{-1}$ para el análisis estadístico.

Fuente: Los autores.

Haga click sobre la imagen para ampliarla

Los resultados de correlación presentaron un coeficiente negativo significativo (-0,2364) entre la población de fitonematodos en el suelo y el porcentaje de colonización de HMA en las raíces durante el primer ciclo, donde se presentó un comportamiento inverso entre estos dos organismos, exceptuando los tratamientos MLx y P (Figura 3). En el primer caso, el resultado pudo deberse a la alta población de *Pratylenchus* en el interior de las raíces evaluadas.

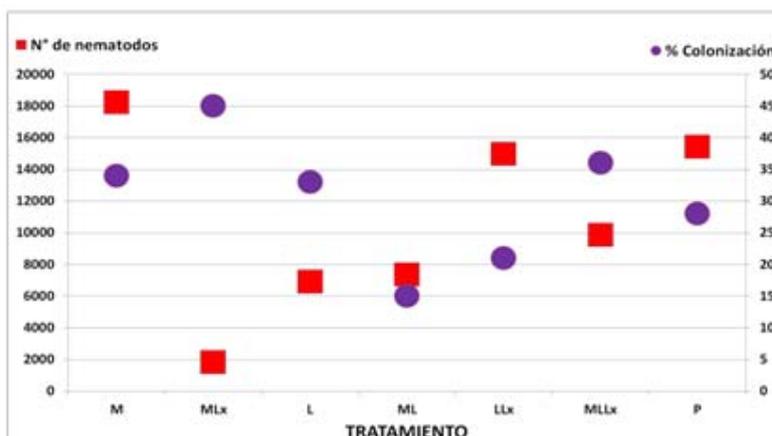


M: Micorriza; MLx: Micorriza + Lixiviado; L: Lombricompost; ML: Micorriza + Lombricompost; LLx: Lombricompost + Lixiviado; MLLx: Micorriza + Lombricompost + Lixiviado y P: Productor.

Fuente: Los autores.

Figura 3. Población de nematodos y porcentaje de colonización de HMA en raíz durante el primer ciclo productivo de plátano Dominico Hartón.

Para el segundo ciclo no se presentó esa correlación, pero se observó que las raíces de plantas a las que se les aplicó el tratamiento MLx presentaron mayor colonización (Tabla 4), y una reducción uniforme en las poblaciones de los diferentes fitonematodos (Figura 4). Los ácidos fúlvicos que contienen los lixiviados de raquis de plátano compostado, tienden a controlar problemas fitosanitarios (Álvarez et al., 2002; Mogollón & Castaño-Zapata, 2010) y los resultados obtenidos en el presente estudio indican que estos compuestos pueden interferir en el desarrollo las poblaciones de fitonematodos del plátano. Esta respuesta también puede estar relacionada con el mayor grado de adaptación que tienen los HMA a las ofertas orgánicas suministradas, lo que conlleva a un efecto sinérgico entre la disponibilidad de nutrientes y el incremento de comunidades microbianas que favorecen la acción de los HMA (Sánchez de Prager, 2007) y que es importante continuar con los estudios de su posible interacción con HMA.



M: Micorriza; MLx: Micorriza + Lixiviado; L: Lombricompost; ML: Micorriza + Lombricompost; LLx: Lombricompost + Lixiviado; MLLx: Micorriza + Lombricompost + Lixiviado y P: Productor.

Fuente: Los autores.

Figura 4. Población de nematodos y porcentaje de colonización de HMA en raíz durante el segundo ciclo productivo de plátano Dominico Hartón.

El efecto de los HMA, como agentes protectores contra los fitonematodos se ha evaluado en diferentes especies de plantas con resultados muy variables. Este tipo de respuestas se podría relacionar con un efecto supresor sobre los nematodos que se alimentan del sistema radical si ambos organismos compiten por el espacio en raíces y sitios de alimentación (Peña et al., 2006), además, este tipo de interacción (HMA-Planta-Fitonematodo) se basa en la posibilidad de una mayor tolerancia de las plantas hospedantes de HMA (Gañán et al., 2011); y la colonización micorrícica depende en gran medida del cultivar (Jaizme-Vega et al., 2002).

Se ha demostrado que existen diversas respuestas en las interacciones que implican el modo de parasitismo de los nematodos al momento de atacar las plantas susceptibles. Hol & Cook (2005) reportan que las plantas asociadas con los HMA sufren menos daño por nematodos ectoparásitos que por endoparásitos, de estos últimos, los de hábito sedentario tienden a reducir sus poblaciones cuando se implementan los HMA mientras que los nematodos endoparásitos migratorios presentan niveles mayores de infección en comparación con los otros tipos de alimentación parasítica.

Elsen et al. (2008) encontraron reducciones del 50% en las poblaciones de los nematodos *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae* en plantas de banano inoculadas con *Glomus intraradices*, como resultado de una respuesta sistémica de defensa de las plantas contra el parásito. Esta característica puede estar relacionada con los mecanismos de resistencia constitutivos, los cuales se encuentran localizados en la superficie de la planta, donde el patógeno realiza el primer contacto para producir la enfermedad y pueden ser de tipo pre-existente estructural (pasivo) o bioquímico (activo) (Riveros, 2010). La utilización de los HMA en planes de manejo fitosanitario y de fertilización puede fomentar este tipo de resistencia al facilitar mayor absorción de nutrientes, especialmente de P y K que tornan las plantas menos susceptibles, adicionalmente proporcionan mayor lignificación de los tejidos (raíces) mediante cambios en la morfología y fisiología para impedir la entrada de los patógenos (Sánchez de Prager, 1999).

Lombrices. Las lombrices de tierra pueden ser clasificadas en grupos ecológicos de acuerdo con su morfología, fisiología y hábito (Lavelle & Spain, 2005); según estas características, las lombrices epigeas viven entre la hojarasca o en la parte superficial del suelo, se alimentan de materia orgánica sin ingerir suelo, se reproducen rápidamente y se adaptan a condiciones variables de la superficie del suelo; por otra parte, las lombrices endógenas presentan una tasa de reproducción baja, viven a mayores profundidades, toleran la ausencia de alimento y consumen suelo y materia orgánica (Domínguez & Gómez-Brandón, 2010).

Los resultados obtenidos sobre las poblaciones de lombrices no presentaron efectos significativos de los tratamientos sobre los grupos ecológicos. Se observó predominancia de la población de organismos endógenos como la lombriz de tierra *Pontoscolex corethrurus*, principalmente en el segundo ciclo, donde se presentó una tendencia creciente de la población con la aplicación de lombricompost y micorriza (Tabla 5). La baja densidad o ausencia de lombrices epigeas puede ser un indicativo de pobreza en acumulación de hojarasca bajo el cultivo de plátano dado principalmente por prácticas de manejo químico de arvenses.

Tabla 5. Población de lombrices por metro cuadrado de suelo durante dos ciclos productivos de plátano Dominico Hartón

Tratamiento	Epigeas		Endogeas	
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2
Micorriza	0,0 ^{ms}	0,0	0,0	96
Micorriza + Lixiviado	5,3	0,0	0,0	106
Lombricompost	5,3	21	42	133
Micorriza + Lombricompost	0,0	5,3	10	464
Lombricompost + Lixiviado	0,0	10,6	53	170
Micorriza + Lombricompost +Lixiviado	0,0	0,0	5,3	160
Productor	0,0	0,0	21	90

^{ms} Promedios en cada columna con intersección estadísticamente no significativa según la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fuente: Los autores.

Haga click sobre la imagen para ampliarla

El interés en evaluar la densidad poblacional de lombrices de tierra en este estudio se debió a que estos macroinvertebrados pueden contribuir en la disminución de las poblaciones de nematodos (Clermont-Dauphin et al., 2004). Partiendo de este concepto, diversos estudios en banano han reportado que la presencia de la lombriz *P. corethrurus* presentó disminuciones significativas en los daños causados por el nematodo *R. similis* (Lafont et al., 2007; Loranger-Merciris et al., 2012).

La explicación dada a estos resultados fue atribuida a que la presencia de esta lombriz cambia la estructura del suelo, la cual permite una mayor mineralización del fósforo, que a su vez estimula una mejor nutrición, mayor vigor y tolerancia al ataque de fitonematodos. La mayoría de estas respuestas fueron obtenidas en condiciones de invernadero bien controladas, y en el presente estudio, la población de lombrices endógeas tiende a aumentar en los suelos con el tratamiento ML, pero no se visualizó una relación directa con las poblaciones de fitonematodos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que la aplicación de biofertilizantes, contribuye a la reducción de las poblaciones de fitonematodos en raíces, a la vez que favorece la presencia de nematodos saprofitos.

Los resultados obtenidos resaltan la compleja relación que existe entre los organismos del suelo y la planta; y abren un abanico de opciones que deben ser evaluadas a futuro en condiciones de campo.

Es importante continuar con investigaciones en condiciones de campo para entregar mejores opciones de manejo a los problemas que afectan la sostenibilidad de la producción.

Opciones como la aplicación de lixiviado de raquis de plátano, su interacción con HMA y lombricompost son una herramienta a implementar para manejo de fitonematodos.

FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Estos resultados hacen parte del proyecto “Mejoramiento de la sanidad y competitividad del cultivo del plátano, mediante el desarrollo de nuevas estrategias del manejo del suelo y la nutrición”, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y ASOHOFrucol; cuya ejecución fue liderada por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA); en alianza con CIAT, FEDEPLÁTANO, Musáceas del Quindío, CIRAD, las universidades de Caldas y Córdoba, y la Alcaldía de Puerto Escondido (Córdoba).

REFERENCIAS

- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. 5th ed. New York: Academic Press Inc.
- Alarcón, J. & Castaño-Zapata, J. (2006). Reconocimiento fitosanitario de las principales enfermedades del plátano Dominic Hartón (*Musa AAB* Simmonds). *Agronomía*, 14(1), 65-79.
- Álvarez, E., Grajales, C., Villegas, J. & Loke, J. (2002). CIAT Informe Anual. Control del mildew polvoso (*Sphaerotheca panosa* var. *rosae*) en rosa, usando un lixiviado de compost del raquis de plátano (*Musa AAB*). Recuperado de http://www.ciat.cgiar.org/ipm/pdfs/cassava%20_pathology.pdf [consultado el 4 de noviembre de 2011].
- Anderson, J. & Ingram, J. (1993). *Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods*. 2nd edition. Wallingford, UK: CAB International.
- Araya, M. (2003). Situación actual del manejo de nematodos en banano (*Musa AAA*) y plátano (*Musa AAB*) en el trópico americano. En Rivas, G. & Rosales, F. (Eds.), *Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos* (pp. 79-102). Francia: INIBAP.
- _____. (2004). Los fitonematodos del banano (*Musa AAA* Subgrupo Cavendish cultivares Grande Naine, Valery y Williams) su parasitismo y combate. *XVI Reunión Internacional ACORBAT*. pp. 84-105.
- Bolaños, M. (2006). *Actividad enzimática (deshidrogenasa, proteasa, celulasas, fosfatasa y arilsulfatasa) en suelo rizosférico de plátano (Musa AAB): Relación con propiedades de un Andisol*. Tesis Doctoral Ciencias Agropecuarias, Manejo y Conservación de Suelos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.
- _____. (2012). Biofertilización en el cultivo de guayaba (*Psidium guajava*). En Castilla, L. (Ed.), *Biofertilización: avances en investigación* (pp. 35-48). Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo capítulo Tolima.
- Bolaños, M. & Castilla, L. (2006). La Rizosfera. En Castilla, L. (Ed.), *Biofertilización: alternativa viable para la nutrición vegetal* (pp. 37-56). Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo capítulo Tolima.
- Botero, M., Castaño-Zapata, J., Castellanos, A., Vélez, P. & Rivillas, C. (2003). *Microorganismos del suelo identificados en un sistema agroforestal*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA–.
- Brooks, E. (2008). *Burrowing Nematode*. The Plant Health Instructor. Recuperado de <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/Nematodes/Pages/Burrowingnematode.asp> [consultado el 4 de noviembre de 2011].
- Clermont-Dauphin, C., Cabidoche, Y. & Meynard, J. (2004). Effects of intensive monocropping of bananas on properties of volcanic soils in the uplands of the French West Indies. *Soil Use and Management*, 20, 105-113.

- Cook, J. & Baker, F. (1983). *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. St. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society Press.
- Dodd, J., Clapp, J. & Zhao, B. (2001). *Mycorrhiza Manual*. Arbuscular mycorrhizal fungi in plant production systems: detection, taxonomy, conservation and ecophysiology Workshop. Huazhong Agricultural University, Wuhan, P.R. China. Recuperado de http://www2.dijon.inra.fr/mychintec/Protocole/protocole_Start.html [consultado en marzo de 2011].
- Domínguez, J. & Gómez-Brandón, M. (2010). Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), Número especial 2, 309-320.
- Durán, L. & Henríquez, C. (2007). Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Rev. de Agronomía Costarricense*, 32(1), 41-51.
- Elsen, A., Gervacio, D., Swennen, R. & De Waele, D. (2008). AMF-induced biocontrol against plant parasitic nematodes in *Musa* sp.: a systemic effect. *Mycorrhiza*, 18(5), 251-256.
- Felde, A., Pocasangre, L., Carñizares, C., Sikora, R., Rosales, F. & Riveros, A. (2006). Efecto de inoculaciones combinadas de hongos endofíticos en el biocontrol de *Radopholus similis*. *InfoMusa*, 15(1-2), 12-18.
- Freckman, D. (1988). Bacteriovorous nematodes and organic matter decomposition. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24, 195-217.
- Gañán, L., Bolaños, M. & Asakawa, N. (2011). Efecto de la micorrización sobre el crecimiento de plántulas de plátano en sustrato con y sin la presencia de nematodos. *Acta Agronómica*, 60(4), 297-305.
- Guzmán-Piedrahita, O. (2011). Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden y *H. dihystra* (Cobb) Sher, en banano y plátano. *Agronomía*, 19(2), 19-32.
- Guzmán-Piedrahita, O. & Castaño-Zapata, J. (2005). Reconocimiento de nematodos entomopatógenos en plátanos Dominico Hartón (*Musa* AAB Simmonds), África, FHIA-20 y FHIA-21 en la granja Montelindo, municipio de Palestina (Caldas), Colombia. *Memorias II seminario internacional sobre producción comercialización e industrialización de plátano*. Agosto 28 a septiembre 2, Manizales, Caldas. pp. 176-181.
- Hol, G. & Cook, R. (2005). An overview of arbuscular mycorrhizal fungi-nematode interactions. *Basic and Applied Ecology*, 6(6), 489-503.
- Jaizme-Vega, M., Esquivel, M., Tenoury, P. & Rodríguez, A. (2002). Efectos de la micorrización sobre el desarrollo de dos cultivares de platanera micropropagada. *Infomusa*, 11(1), 25-28.
- Lafont, A., Risede, J. M., Loranger-Merciris, G., Clermont-Dauphin, C., Dorel, M., Rhino, B. & Lavelle, P. (2007). Effects of the earthworm *Pontoscolex corethrurus* on banana plants infected or not with the plant-parasitic nematode *Radopholus similis*. *Pedobiología*, 51, 311-318.
- Lavelle, P. & Spain, A. V. (2005). *Soil Ecology*. Netherland: Kluwer Academic Publishers.
- Loranger-Merciris, G., Cabidoche, Y.-M., Deloné, B., Quenéhervé, P. & Ozier-Lafontaine, O. (2012). How earthworm activities affect banana plant response to nematode parasitism. *Applied Soil Ecology*, 52, 1-8.
- MADR –Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural–. (2011). *Anuario estadístico del sector agropecuario y pesquero 2010*. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/anuarioEstadistico2010.pdf> [consultado el 7 de octubre de 2011].
- Mai, W., Mullin, P., Lyon, H., & Loeffler, K. (1996). *Plant parasitic nematodes. A pictorial key to genera*. 5th ed. Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press.

- Mogollón, A. & Castaño-Zapata, J. (2010). Evaluación in vitro de lixiviados del raquis de plátano sobre *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton. *Agronomía*, 18(2), 17-23.
- Múnera, G. (2008). *Biodiversity of phytoparasitic nematodes associated with Musaceae and fruit crops in Colombia*. Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Science (Biology). Ghent University.
- Neher, D. (2010). Ecology of plant and free-living nematology in natural and agricultural soil. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 48, 371-394.
- Peña, E., Rodríguez, S., Van der Putten, W., Freitas, H. & Moens, M. (2006). Mechanism of control of root-feeding nematodes by mycorrhizal fungi in the dune grass *Ammophila arenaria*. *New Phytologist Journal*, 169, 829-840.
- Pinochet, J. (1977). Occurrence and spatial distribution of root-knot nematodes in banana and plantain in Honduras. *Plant Disease Reporter*, 61, 518-520.
- Rafiq, M. (2000). *Tylenchida, parasites of plants and insects*. 2nd Edition. New York, USA: CABI Publishing, CAB International.
- Riveros, A. (2010). Inducción de resistencia en plantas. Interacción: planta-patógeno. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Rivillas, C. (2005). Potencial de las micorrizas arbusculares en la sostenibilidad de cultivos de plátano y banano. Memorias II seminario internacional sobre producción comercialización e industrialización de plátano. Agosto 28 a septiembre 2, Manizales, Caldas. pp. 117-120.
- Sánchez de Prager, M. (1999). *Endomicorrizas en agroecosistemas colombianos*. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Departamento de Ciencias Básicas.
- _____. (2007). Las endomicorrizas: expresión bioedáfica de importancia en el trópico. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Torrado, J. & Castaño-Zapata, J. (2009). Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 237-244.
- Trouvelot, A., Kough, J. L. & Gianinazzi-Pearson, V. (1986). Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. En Gianinazzi-Pearson, V. & Gianinazzi, S. (Eds.), *Physiological and genetical aspects of mycorrhizae* (pp. 101-109). Paris: INRA.
- Varón de Agudelo, F. & Castillo, G. P. (2001). *Seminario taller sobre identificación de nematodos de importancia en agricultura*. Guía Práctica. ASCOLFI, Palmira, Marzo 28-30 de 2001.
- Vierheilig, H., Coughlan, A., Wyss, U. & Piche, Y. (1998). Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64(12), 504-507.
- Yeates, G. W. (2007). Diversity of Nematodes. En Benckiser, G. & Schell, S. (Eds.), *Biodiversity in Agricultural Production System* (pp. 215-235). Published by CRC Press.

-
1. Ingeniero Agrónomo, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA– C. I. Tibaitatá. Estudiante de Maestría en Fitopatología, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. lbautista@corpoica.org.co
 2. Biol. M.Sc. Ph.D. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA– C. I. Tibaitatá. mmbolanos@corpoica.org.co
 3. Biol. M.Sc. Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT–. n.asakawa@cgiar.org
 4. Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Fitopatología. Profesor Asociado, Universidad de Caldas. bernardo.villegas@ucaldas.edu.co

Para citar este artículo: Bautista, L.G., Bolaños, M.M., Asakawa, N.M. & Villegas, B. (2015). Respuesta de fitonematodos de plátano Musa AAB Simmonds a estrategias de manejo integrado del suelo y nutrición. *Revista Luna Azul*, 40, 69-84. Recuperado de <http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=1000>