

Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos

Incidence of nematodes on plantain in different plant phenological stages

Mayary Torrado-Jaime¹ y Jairo Castaño-Zapata^{1,2}

RESUMEN

Aunque los nematodos están entre los principales problemas del plátano en Colombia, actualmente se desconoce cuándo aparecen de acuerdo con la fenología y las condiciones ambientales, problema a cuyo esclarecimiento busca contribuir la presente investigación. El trabajo se llevó a cabo en la granja Montelindo (1.050 msnm, temperatura media anual de 22,8°C, precipitación de 2.200 mm año⁻¹, y humedad relativa del 76%). Con el propósito indicado, cormos de 'Dominico Hartón', 'África', 'FHIA-20' y 'FHIA-21' fueron sembrados en un arreglo de 3 x 2 m, y manejados bajo prácticas agronómicas convencionales. Se empleó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones y 10 plantas útiles. Se realizó muestreo inicial de poblaciones de nematodos en suelo antes de la siembra, y posteriormente cada dos meses en suelo y raíces, empleando el método de centrifugación y flotación en azúcar. Dichas poblaciones fueron analizadas en relación con el comportamiento de los factores climáticos durante el desarrollo de la planta, considerando cinco estados fenológicos: brotación y emergencia, plántula, prefloración, floración, y llenado del racimo y madurez fisiológica. Los principales nematodos encontrados fueron: *Radopholus similis*, *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp. En general, *Helicotylenchus* y *Radopholus* presentaron mayor incidencia durante la etapa de madurez fisiológica. En 'África', *Radopholus* presentó tres picos máximos de incidencia: plántula, pre-floración y madurez fisiológica. En los híbridos, la mayor población de *Meloidogyne* fue observada durante la floración; y en las cultivariedades, durante la pre-floración. La precipitación influyó positivamente sobre la población de nematodos fitoparásitos.

Palabras clave: *Musa* spp., híbridos, cultivariedades, *Radopholus similis*, *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp.

ABSTRACT

Nematodes are among the most important problems affecting plantain in Colombia. However, thorough knowledge of the way plant life cycle and environmental conditions affect the timing of their development is still scarce. Thus, a contribution to an improved understanding of this problem was the main objective of the present research. The work was conducted at Montelindo experimental station (1,050 m a.s.l., 22.8°C, relative humidity of 76%, and 2,200 mm of rain). For the mentioned purpose, rhizomes of Dominico Harton and Africa varieties, and of hybrids FHIA-20 and FHIA-21, were planted in a 3 x 2 m array, and managed under conventional agronomical practices. A random block experimental design with four repetitions finally sparing ten useful plants was applied. Nematodes were initially sampled from the planting soil, and then every two months in soil and roots, applying the sugar centrifugation flotation procedure. The behavior of those populations was studied with regard to climatic factors along five phenological stages: sprouting and emergence, seedling, pre-bloom, bloom and bunch filling and physiological maturity. The main nematode taxa found were *Meloidogyne* spp., *Radopholus similis*, and *Helicotylenchus* spp., among which the latter two exhibited higher incidence when the plants reached physiological maturity. In 'Africa', *Radopholus* showed three peaks of incidence: seedling, pre-bloom and physiological maturity. For the hybrids, the highest population of *Meloidogyne* was observed at bloom; and for the cultivars at pre-bloom. Precipitation had a positive influence on the studied nematode populations.

Key words: *Musa* spp., hybrids, varieties, *Radopholus similis*, *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp.

Introducción

En Colombia, el cultivo del plátano es un sector tradicional de la economía campesina, de subsistencia para pequeños productores, de alta dispersión geográfica, y de gran importancia socioeconómica desde el punto de vista de seguridad alimentaria y de generación de empleo (Martínez *et al.*, 2006).

Las enfermedades causadas por el nematodo Barrenador (*Radopholus similis* Cobb.), el nematodo Lesionador

(*Pratylenchus* spp.), el nematodo Espiral (*Helicotylenchus* spp.) y el nematodo Nodulador de raíces (*Meloidogyne* spp.), se encuentran entre las nueve más importantes que afectan la producción de plátano en Colombia (Martínez *et al.*, 2006).

Radopholus similis ocasiona los daños más severos en plantaciones de banano y plátano. Existen registros que indican que este nematodo probablemente causa más da-

Fecha de recepción: 19 de mayo de 2008. Aceptado para publicación: 2 de julio de 2009

¹ Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales (Colombia).

² Autor de correspondencia. jairo.castano_z@ucaldas.edu.co

ños a la producción bananera en el mundo que cualquier otro patógeno. Actualmente se encuentra diseminado en América Central, Suramérica y el Caribe (Belalcázar *et al.*, 1991).

En el mundo, ocho especies del género *Pratylenchus* han sido registradas afectando raíces de *Musa* spp. Sólo dos de estas especies están distribuidas en las diferentes regiones cultivadas de plátano y banano: *P. coffeae* y *P. goodeyi*. *P. coffeae* es la especie más ampliamente distribuida en el mundo (Gowen y Queneherve, 1990).

Meloidogyne spp. es uno de los nematodos más ampliamente diseminados en el mundo y presenta un rango de hospedantes considerable. En Colombia se han identificado dos especies que afectan el plátano: *M. incognita* y *M. javanica* (Varón, 1991).

Helicotylenchus spp. se presenta en todas las regiones donde son cultivados los bananos y plátanos. En las áreas tropicales donde está presente *R. similis*, *H. multincinctus* es de importancia secundaria. Sin embargo, en áreas subtropicales donde *R. similis* es raro o está ausente, *H. multincinctus* puede ser el principal problema nematológico del cultivo (McSorley, 1994).

En el mundo en general, y en Colombia en particular, se conocen los principales nematodos que afectan al cultivo del plátano, pero no se dispone de información que indique la presencia de éstos de acuerdo con la fenología de la planta. Esta investigación permitió evaluar las fluctuaciones poblacionales de algunos nematodos del plátano, en los diferentes estados de desarrollo del cultivo, de acuerdo con los elementos ambientales prevalentes en la región Santágueda del municipio de Palestina, Caldas, Colombia.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la granja Montelindo, propiedad de la Universidad de Caldas, ubicada en la región Santágueda, municipio de Palestina (Caldas, Colombia), a 5° 05' N y 75° 40' W, altitud de 1.050 msnm, temperatura media de 22,5°C, humedad relativa del 76%, precipitación anual de 2.100 mm y brillo solar anual de 2.010 h. El tipo de suelo es Inceptisol de la serie Montelindo (Tropepts Dystropepts).

El lote empleado en el presente estudio tenía como cultivo previo plátano con problemas de infestación por nematodos. Se emplearon cormos sin tratar de 'Dominico Hartón', 'África', 'FHIA-20' y 'FHIA-21', provenientes de las plantaciones existentes dentro de la misma granja. La distancia de siembra fue de 3 x 2 m entre surcos y plantas,

respectivamente. Se realizaron las prácticas agronómicas convencionales de fertilización, manejo de arvenses, deshoje, resiembras y deshoje, según las recomendaciones técnicas establecidas para el cultivo del plátano en la región. Se establecieron parcelas independientes de los cuatro materiales, con diez plantas cada una, en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, sembrando un cormo por sitio.

Para enmarcar las poblaciones de nematodos evaluadas dentro de la fenología del cultivo se establecieron las etapas de desarrollo para cada uno de los materiales. Para esto se simplificaron las etapas establecidas por Aristizábal y Jaramillo (2005) para la cultivariedad Dominico Hartón. Se utilizaron los datos recolectados en el presente estudio de días para emisión de hijuelos y días a floración. Los datos fueron complementados con los de días a cosecha obtenidos por Herrera y Aristizábal (2003) y los de Aristizábal y Jaramillo (2005) para brotación y emergencia y duración de la floración.

La población de nematodos evaluada en este estudio está conformada por larvas y adultos; el estadio de huevo no fue considerado. Para el conteo de nematodos se realizó un muestreo inicial de suelo antes de la siembra, y posteriormente, cada 2 meses de suelo y raíces.

Se recolectaron muestras de 200 g de suelo y raíces de cinco plantas por repetición, homogeneizando la muestra hasta completar 1 kg, obteniendo un total de 16 muestras. Las muestras se extrajeron siguiendo la metodología desarrollada por Castrillón y Castrillón (2000). Para tal fin, se empleó un palín, y manteniendo una distancia de 30 cm del pseudotallo y a 30 cm de profundidad, se recolectaron las muestras de suelo y raíces y se depositaron en bolsas plásticas. Estas se trasladaron para su análisis al Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Caldas. La extracción de nematodos se hizo por el método de centrifugación y flotación en azúcar estandarizado para el cultivo de plátano por Castrillón y Castrillón (2000).

Las muestras de suelo y raíces se procesaron separadamente. Para suelo, se adicionó 10 g de suelo homogeneizado a 100 mL de agua destilada, se agitó por 1 min y se dejó reposar 30 s. En el caso de raíces, se pesaron 10 g, se lavaron con agua corriente y se colocaron en 100 mL de agua destilada, se licuaron en la revolución más baja por 10 s, tres veces, y cada vez se dejó reposar 10 s. Se filtró la mezcla obtenida (raíces y suelo separadamente) en una columna de tamices con mallas de 250, 53 y 45 µm, ubicados en esta secuencia; se recolectó la muestra de los tamices de 53 y 45 µm en tubos pyrex de 10 mL y se centrifugó por 5 min a 3.800

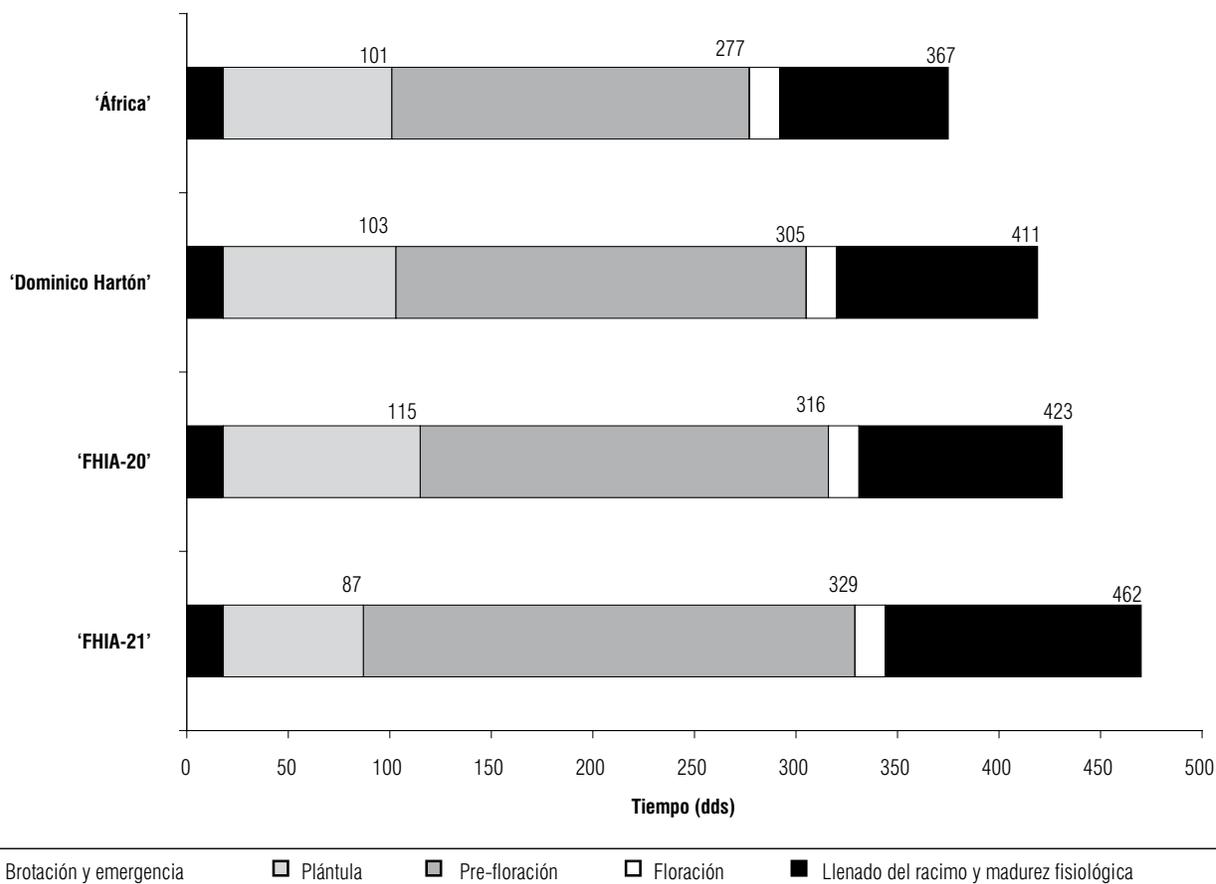


FIGURA 1. Duración de las etapas de crecimiento en cuatro materiales de plátano en la región Santágueda (Caldas, Colombia).

rpm; se eliminó el sobrenadante y se adicionó una solución azucarada (2 agua: 1 azúcar); se centrifugó nuevamente por 5 min a 3.800 rpm, se depositó el sobrenadante en el tamiz de 45 μ m y se lavó con agua corriente para eliminar el exceso de azúcar y evitar el deterioro físico del nematodo; se recolectó la muestra y se aforó a 10 mL con agua destilada para el conteo y la identificación de individuos patógenos al microscopio con ayuda de las claves de Mai y Lyon (1968) y Thorne (1961).

Adicionalmente, se realizó la cuantificación de volcamiento de las plantas para cada uno de los materiales.

Se tomaron datos de precipitación y humedad relativa de la estación meteorológica de la granja. Los registros de temperatura se obtuvieron de una microestación climatológica de Spectrum Technologies (Plainfield, IL). Adicionalmente, se ubicaron en el lote dos tensiómetros indicadores de humedad del suelo, marca Irrometer, enterrados a una profundidad de 30 cm.

Utilizando el programa estadístico SAS® (*Statistical Analysis System*, SAS Institute) (Helwig, 1978) se sometieron

los datos obtenidos a Anova. La separación de medias se efectuó mediante la prueba de Tukey y se realizaron análisis de correlación de Pearson.

Resultados y discusión

La duración de las etapas de crecimiento de los materiales, en las cuales se enmarcaron las poblaciones de nematodos identificados, se presenta en la Fig. 1.

El único nematodo presente en el suelo antes de la siembra fue *Dorylaimus* spp. con una población promedio de 50 nematodos/100 cm^3 suelo. Se identificaron 14 géneros y una especie de nematodos fitopatógenos durante el ciclo del cultivo: *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Belonolaimus*, *Meloidogyne*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchus*, *Ditylenchus*, *Dorylaimus*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Hoplolaimus*, *Psilenchus*, *Seinura*, *Xiphinema* y *Radopholus similis* (Tab. 1).

Las mayores poblaciones fueron registradas en raíces con diferencias significativas entre materiales y las presentaron: *R. similis*, *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y *Rotylenchus* spp. (Tab. 1). Los cuatro primeros

TABLA 1. Población media de nematodos en cuatro materiales de plátano en la región Santágueda (Caldas, Colombia).

Nematodo	Población de nematodos								
	'FHIA-20'		'FHIA-21'		'D. Hartón'		'África'		
	R	S	R	S	R	S	R	S	
<i>Psilenchus</i> spp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seinura</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Dorylaimus</i> spp.	2	11	0	7	0	13	2	11	11
<i>Xiphinema</i> spp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Aphelenchoides</i> spp.	2	2	8	0	3	0	0	2	2
<i>Belonolaimus</i> spp.	0	5	0	2	0	2	0	5	5
<i>Hoplolaimus</i> spp.	0	0	11	0	15	0	0	0	0
<i>Tylenchus</i> spp.	178	7	0	0	49	5	50	4	4
<i>Ditylenchus</i> spp.	0	0	0	2	286	7	21	0	0
<i>Aphelenchus</i> spp.	17	2	273	7	23	7	11	7	7
<i>Pratylenchus</i> spp.	2 a	0	0 a	0	6 a	0	570 a	16	16
<i>Rotylenchus</i> spp.	69 a	0	40 a	0	154 a	0	1.165 b	0	0
<i>Helicotylenchus</i> spp.	1.165 a	62	797 a	131	535 a	93	810 a	101	101
<i>Meloidogyne</i> spp.	1.993 b	185	5.885 ab	462	9.287 a	850	4.823 ab	172	172
<i>Radopholus similis</i>	6.432 a	217	6.781 a	434	3.941 a	99	18.158 b	411	411

R, 100 g de raíces; S, 100 cm³ de suelo. Datos promedio de 4 repeticiones. Promedios en la misma fila con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

nematodos son considerados de importancia económica en Musáceas, conocidos a nivel mundial por su amplia distribución y ocasionar daños severos en las raíces de las plantas (Belalcázar *et al.*, 1991; Varón, 1991). En suelo las poblaciones observadas fueron relativamente bajas y no se presentaron diferencias significativas.

Durante todo el ciclo del cultivo la cultivariedad África registró la mayor población de *R. similis* en raíces (18.158 nematodos/100 g) presentándose como un material altamente susceptible a este nematodo, mientras en los otros materiales fue significativamente menor (entre 3.941 y 6.781 nematodos/100 g de raíces) (Tab. 1). Este material presentó el mayor porcentaje de volcamiento con un valor del 23%, observándose sus raíces completamente necrosadas. En general, las poblaciones observadas en los materiales estudiados pueden considerarse altas teniendo en cuenta datos de estudios anteriores realizados en banano, donde con poblaciones de 100 *R. similis* se registran reducciones en peso de raíces de 11 a 53%; inoculaciones con 1.000, 2.000, 3.000 y 4.000 *R. similis* redujeron el peso del racimo en 17, 42, 51 y 61%, respectivamente (Fallas *et al.*, (1995) y Davide y Marasigan (1985), citados por Araya, 2004).

A pesar de que en 'FHIA-21' la población de *R. similis* fue similar a la de 'FHIA-20', no se presentó volcamiento en las plantas en este genotipo, mientras que en 'FHIA-20'

el 15% de las plantas se volcaron. La literatura existente destaca la susceptibilidad de estos híbridos a *Radopholus similis* (BASF, s.f.; FHIA, s.f.; Guzmán y Castaño-Zapata, 2002), y en este estudio fue posible observar poblaciones importantes de este nematodo afectando los materiales.

La población de *Meloidogyne* spp. en raíces sólo presentó diferencias significativas entre 'FHIA-20' y 'Dominico Hartón', exhibiendo este último la mayor población (9.287 nematodos/100g raíces) y el híbrido la menor (1.993 nematodos/100g raíces). Castrillón *et al.* (2002) también registraron bajo condiciones similares la más alta población del nematodo *Nodulador* durante el primer ciclo de producción en 'Dominico Hartón', lo cual puede sugerir que esta cultivariedad es más susceptible a *Meloidogyne* spp. que a *Radopholus similis*, por lo menos durante el primer ciclo de producción y bajo las condiciones de la región (Tab. 1). En este material el porcentaje de plantas volcadas fue menor que en 'África', con un valor de 13%.

Las poblaciones del nematodo *Nodulador* encontradas en las raíces de los materiales podrían considerarse importantes. De Waele y Davide (1998) registraron que plantas de banano inoculadas con 1.000 J₂/planta de *M. incognita* dieron como resultado un 26,4% de pérdida en el rendimiento. En plantas de banano inoculadas con 1.000, 10.000 y 20.000 *M. incognita* se encontró una reducción en el peso

del racimo del 25, 45 y 57%, respectivamente (Davide y Marasigan, 1985, citados por Araya, 2004).

Helicotylenchus spp. fue registrado en todos los materiales con poblaciones similares, entre 535 y 1.165 nematodos/100 g de raíces y entre 62 y 131 nematodos/100 cm³ de suelo (Tab. 1). La literatura para banano y plátano (Araya, 2004) muestra que existen resultados contradictorios en cuanto al efecto causado por determinadas poblaciones de este nematodo; por esta razón no fue posible definir si estas poblaciones pueden ser consideradas altas o bajas para el cultivo.

Los otros dos géneros, *Rotylenchus* y *Pratylenchus*, se presentaron en raíces en poblaciones relativamente bajas (40 a 1.165 y 0 a 570 nematodos/100 g raíces, respectivamente) (Tab. 1). Aun cuando *Pratylenchus* spp. es considerado uno de los nematodos más importantes en plátano y banano, en el área de estudio este nematodo no es abundante. Resultados similares han sido presentados en estudios llevados a cabo en la región (Guzmán y Castaño-Zapata, 2002; Castrillón y Castrillón, 2000) corroborando así las observaciones de Araya *et al.* (2004), quienes demostraron que este nematodo es más frecuente en climas fríos.

El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre la fecha de evaluación (dds) y la frecuencia de las principales especies de nematodos, *Radopholus similis*, *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp., lo cual indica que las poblaciones de estos nematodos pueden variar de acuerdo con la fenología del cultivo. La interacción entre material y la fecha de evaluación no fue significativa para *Helicotylenchus* spp. ($P = 0,4172$) ni para *Meloidogyne* spp. ($P = 0,2152$), lo cual se hace evidente en la Fig. 2, donde se observa que la población de estos nematodos sigue una tendencia similar tanto en suelo como en raíces durante el ciclo de los cuatro materiales. En el caso de *Radopholus similis* se presentaron diferencias significativas ($P = 0,0094$) en la tendencia poblacional de este nematodo en raíces entre la cultivariedad África y los demás materiales.

En general, en todos los materiales la población de *Helicotylenchus* spp. tanto en suelo como en las raíces, presentó un incremento gradual durante el ciclo del cultivo. Durante los estados de plántula, inicio y mediados de la prefloración (63, 13 y 196 dds, respectivamente) la población incrementó de manera no significativa. A finales de la etapa de prefloración (259 dds) se observó un aumento significativo en la población de este nematodo. La población continuó creciendo de manera no significativa hasta que las plantas alcanzaron la madurez fisiológica (Tab. 2, Fig. 2).

TABLA 2. Población media de los nematodos más importantes de acuerdo con la fenología del cultivo del plátano en Caldas, Colombia (tiempo de lectura).

DDS	Variables de respuesta		
	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>Radopholus</i>
63	6,1 b	2,2 b	45,0 b
133	6,7 b	18,9 b	10,1 b
196	13,2 b	47,6 ab	44,2 b
259	31,2 a	79,0 a	19,8 b
322	29,4 a	83,8 a	24,9 b
427	38,0 a	49,5 ab	150,4 a
DMS (5%)	15,0	48,9	55,1

Datos transformados a raíz cuadrada. Promedios en la misma columna con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Meloidogyne spp. en los híbridos presentó un incremento gradual desde el estado de plántula (63 dds) hasta alcanzar la mayor población en estado de floración, y posteriormente disminuyó al alcanzar la madurez fisiológica (Tab. 2, Fig. 2).

En las cultivariedades 'África' y 'Dominico Hartón' se presentaron diferencias en la frecuencia de este nematodo en suelo y en raíces. En 'D. Hartón' se observó un aumento progresivo en el número de *Meloidogyne* spp. en suelo desde el estado de plántula hasta la madurez fisiológica. En las raíces, la mayor población se observó en estado de prefloración aproximadamente hacia el final (259 dds) de esta etapa. Posteriormente la población disminuyó en la floración para presentar un leve aumento a medida que las plantas alcanzaron la madurez fisiológica. En África, la mayor población de este nematodo se presentó en suelo, en estado de madurez fisiológica y en raíces hacia la mitad del estado de prefloración; después el número disminuyó gradualmente (Fig. 2).

Radopholus similis en los híbridos, se presentó en estado de floración en FHIA-21 y al final del estado de prefloración en FHIA-20. En la etapa de madurez fisiológica las poblaciones se incrementaron abruptamente en ambos materiales. La frecuencia de *R. similis* observada en suelo de 'África' y en suelo y raíces de 'Dominico Hartón' fue similar a la de los híbridos; sólo difirió en que se presentó desde la etapa de plántula con poblaciones relativamente bajas, incrementando gradualmente hasta obtener el máximo valor cuando alcanzó la madurez fisiológica. En raíces de la cultivariedad 'África' se presentaron las mayores poblaciones en tres etapas: inicio del ciclo del cultivo (en la etapa de plántula) hacia la mitad de la fase de pre-floración, y en la madurez fisiológica (Fig. 2).

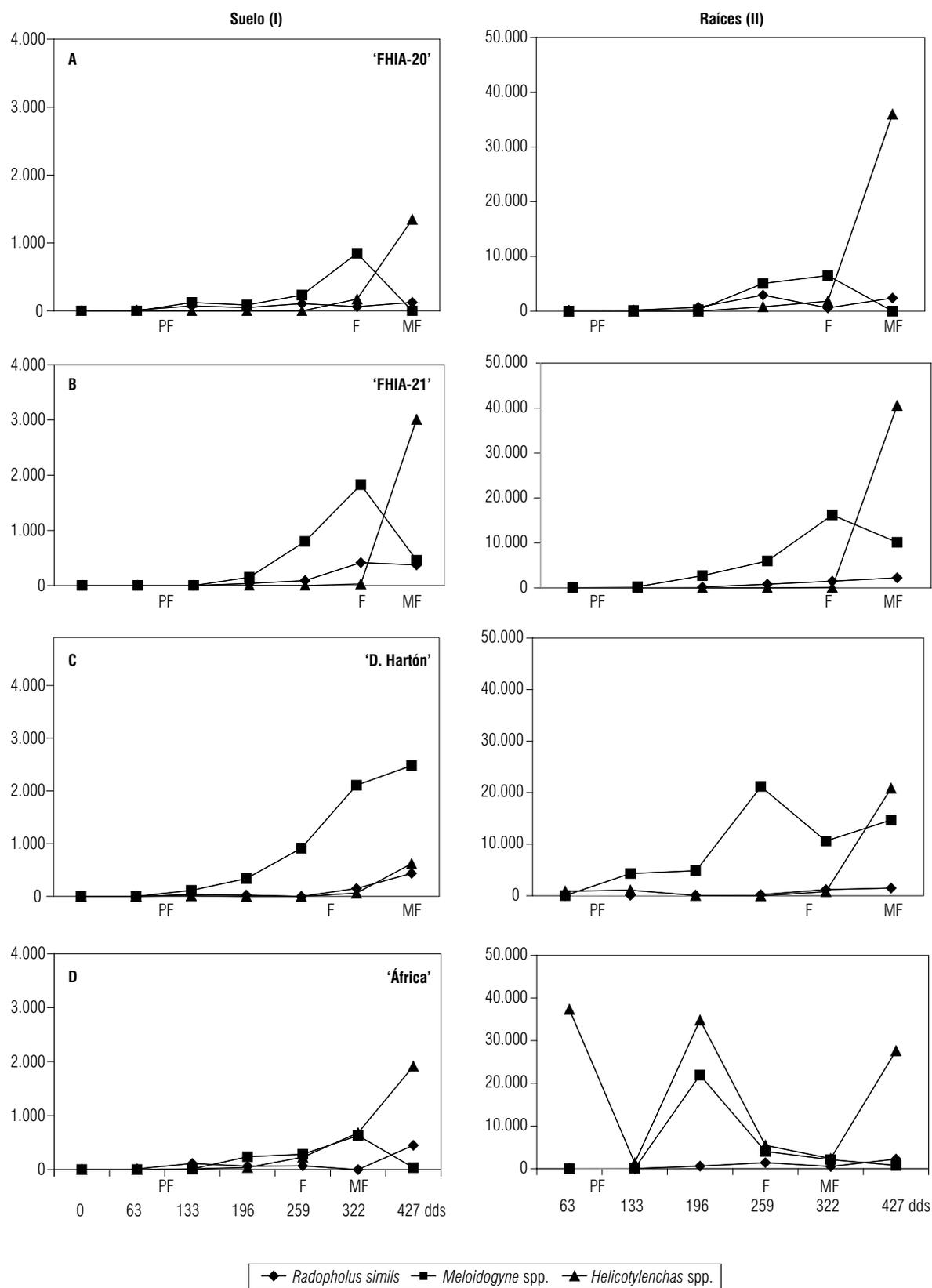


FIGURA 2. Frecuencia de nematodos en cuatro materiales de plátano durante el primer ciclo del cultivo. I. No. de nematodos en 100 cm³ de suelo. II. No. de nematodos en 100 g de raíces. A. 'FHIA-20'; B. 'FHIA-21'; C. 'Dominico Hartón'; D. 'África'. Pre-floración (PF), floración (F), madurez fisiológica (MF).

Estos resultados son similares a las observaciones de Castrillón *et al.* (2002), quienes encontraron en ‘Dominico Hartón’ que las poblaciones de nematodos, principalmente *Radopholus similis*, eran mayores al momento de la cosecha que al momento de la aparición de la bellota. Araya (2004) registró resultados completamente diferentes en banano, en el sentido de que el número de nematodos, especialmente *R. similis*, decrecía a medida que la planta se desarrollaba y alcanzaba la madurez.

La precipitación y la tensión del agua en el suelo de acuerdo con el coeficiente de correlación de Pearson presentaron una relación inversa altamente significativa, con $r = -0,8$. Estas dos variables influyeron sobre la población de nematodos, principalmente en las raíces donde se presentó una relación directa altamente significativa entre el número de nematodos y la precipitación ($r = 0,7$), y con la tensión la relación fue significativa pero inversa, con $r = -0,5$. Se sabe que de las influencias externas o ambientales, la humedad del suelo es el factor que tiene la mayor incidencia sobre la fluctuación de las poblaciones de nematodos fitoparásitos en banano (Tarté y Pinochet, 1981). Un estudio reciente llevado a cabo por Chabrier y Quénéhervé (2008), demostró claramente cómo la construcción de canales de drenaje de 50-80 cm de profundidad previene eficientemente la diseminación de *R. similis* en plantaciones de banano, y que la dispersión de nematodos a través de agua de escorrentía es la mejor ruta de contaminación de plantas sanas en el campo.

La frecuencia de *Radopholus similis* y *Meloidogyne* spp. observada durante el ciclo del cultivo de los materiales evaluados sugiere la existencia de alguna relación en la dinámica poblacional de estos dos nematodos. Los datos en la Tab. 3 presentan los coeficientes de correlación entre las poblaciones de los nematodos Barrenador y Nodulador en suelo y raíces. Los datos muestran valores bajos de ‘ r ’ y no significativos. La única relación altamente significativa es la que se da entre la presencia de *R. similis* en suelo y

raíces, con $r = 0,677$. Mientras más alta sea la presencia del nematodo en el suelo, también lo será en las raíces. Es interesante que la presencia de *R. similis* en suelo se relacione inversamente con la de *Meloidogyne* spp. en suelo y raíces, e igual ocurra con las poblaciones de este último en suelo y las de *R. similis* en suelo y raíces. De la misma forma, la población de *R. similis* en raíces se relaciona inversamente con la de *Meloidogyne* spp. en suelo, y sucede lo mismo en el caso contrario. Estos resultados indican que existe algún tipo de interacción negativa entre estos dos nematodos, ya que la presencia de uno de los dos nematodos reduce la densidad de la población del otro. Infortunadamente, los valores del coeficiente de correlación obtenidos en el presente estudio son muy bajos. La literatura reporta resultados similares en un experimento realizado en macetas; *Meloidogyne incognita* redujo poblaciones de *Radopholus similis* en *Musa* AAA cv. Grande Naine (Monees *et al.*, 2006). De Waele y Davide (1998) mencionan que *R. similis*, y en menor grado, *Pratylenchus* spp., tienden a superar las poblaciones de los nematodos noduladores y finalmente a remplazarlas. Por último, Castrillón *et al.* (2002) encontraron en ‘Dominico Hartón’ que durante el primer ciclo del cultivo la población de *Meloidogyne* spp. superó significativamente la de *R. similis*, y en el segundo ciclo fue *R. similis* la que presentó la mayor población, reduciendo las poblaciones de *Meloidogyne* spp.

Conclusiones

Los principales nematodos que se encontraron afectando los materiales evaluados fueron *Radopholus similis*, *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp. El 95% de la población total de nematodos se encontró en las raíces.

La cultivariedad África fue la que presentó mayor susceptibilidad a *R. similis*, mientras que en ‘Dominico Hartón’ fue *Meloidogyne* spp. el nematodo predominante. Los híbridos mostraron similar susceptibilidad tanto a *R. similis* como a *Meloidogyne* spp.

TABLA 3. Coeficientes de correlación de Pearson para la población de *Meloidogyne* spp. y *Radopholus similis* en raíces y suelo en un cultivo de plátano en Caldas, Colombia.

Variables	Raíces <i>Meloidogyne</i>	Suelo <i>Meloidogyne</i>	Raíces <i>Radopholus</i>	Suelo <i>Radopholus</i>
Raíces (<i>Meloidogyne</i>)	1,0000	0,3743	0,0283	-0,1956
Suelo (<i>Meloidogyne</i>)	0,3743	1,0000	-0,0710	-0,0113
Raíces (<i>Radopholus</i>)	0,0283	-0,0710	1,0000	0,6766**
Suelo (<i>Radopholus</i>)	-0,1956	-0,0113	0,6766**	1,0000

**Correlación altamente significativa.

Las altas poblaciones de nematodos que se encontraron durante el estudio en los materiales evaluados sugiere que el principal medio de diseminación de los nematodos en las plantas fue la semilla.

El comportamiento de las poblaciones de nematodos mostró una relación altamente significativa con el estado de desarrollo de las plantas. *Helicotylenchus* spp. y *Radopholus similis* presentaron la mayor incidencia cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica. En África la población de *R. similis* se comportó diferente, ya que se presentaron tres picos máximos de incidencia, hacia la mitad de los estados de plántula, prefloración y madurez fisiológica. La población máxima de *Meloidogyne* spp. en los híbridos se observó en estado de floración. En las cultivariedades 'África' y 'Dominico Hartón' el comportamiento de este nematodo fue similar, solo que la mayor población se alcanzó en estado de pre-floración.

La precipitación influyó significativamente sobre la población de nematodos en las raíces, presentándose una mayor población de nematodos en épocas de mayor precipitación.

Las poblaciones de *Meloidogyne* spp. y *Radopholus similis* sugirieron un comportamiento mutuamente excluyente, es decir, cuando incrementó la población de una de las dos, la otra tendió a disminuir; sin embargo la correlación no alcanzó a ser significativa.

Literatura citada

- Araya, M. 2004. Los fitonematodos del banano (*Musa* AAA Subgrupo Cavendish cultivares Grande Naine, Valery y Williams) su parasitismo y combate. pp. 84-105. En: XVI Reunión Internacional Acobat, publicación especial. Oaxaca, México.
- Aristizábal, L.M. y C. Jaramillo. 2005. Identificación y descripción de las etapas de crecimiento del plátano (*Musa* AAB) Dominico hartón. pp. 79-90. En: Memorias II Seminario Internacional sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Plátano, Manizales, Colombia.
- BASF. s. f. Guía de las enfermedades, plagas y deficiencias principales del banano. Ludwigshafen, Alemania.
- Belalcázar, S., J. Toro y R. Jaramillo. 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Manual de asistencia técnica No. 50. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; CIID; Comité de Cafetaleros de Colombia; Inibap, Cali, Colombia.
- Castrillón, A. y M. Castrillón. 2000. Reconocimiento de nemátodos parásitos del cultivo del plátano (*Musa* AAB Simmonds) clon Dominico hartón, en la granja LUKER (Palestina). Estudio de Caso. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.
- Castrillón, A., M. Castrillón y L. Pineda. 2002. Dinámica poblacional de fitonematodos en los dos primeros ciclos de producción de plátano (*Musa* AAB), con dos clases de semilla sexual. Acobat. pp. 266-271. En: Memorias XV Reunión. Asociación de Bananeros de Colombia, Augura, Medellín, Colombia.
- Chabrier, C. y P. Quénehervé. 2008. Preventing nematodes from spreading: a case study with *Radopholus similis* (Cobb) Thorne in a banana field. Crop Prot. 27, 1237-1243.
- De Waele, D. y R. Davide. 1998. Nematodos noduladores de las raíces del banano. Plagas de *Musa*. Hoja divulgativa No. 3. Inibap, Colombia.
- FHIA. s.f. Plantain FHIA-21. A high-yielding plantain for national markets, resistant to Black Sigatoka fungus. En: Banana and Plantain Program, <http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia21.pdf>; consulta: marzo de 2009.
- FHIA. s.f. Plantain FHIA-20. A plantain resistant to Black Sigatoka fungus and twice as productive as 'False Horn' plantain. En: Banana and Plantain Program, <http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia20.pdf>; consulta: marzo de 2009.
- Gowen, S. y P. Queneherve. 1990. Nematodes parasites of bananas, plantains and abaca. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CAB International, Wallingford, UK. pp. 431-460.
- Guzmán, O. y J. Castaño-Zapata. 2002. Reconocimiento de nematodos fitopatógenos en plátanos Dominico hartón (*Musa* AAB Simmonds), Africa, FHIA-20 y FHIA-21 en la granja Montelindo, Municipio de Palestina, Caldas. Infomusa 11, 33-36.
- Helwig, J. 1978. SAS Introductory Guide. Statistical Analysis System, SAS Institute, Cary, NC.
- Herrera, J. y M. Aristizábal. 2003. Caracterización del crecimiento y producción de híbridos y cultivariedades de plátano en Colombia. Infomusa 12, 22-24.
- Mai, W. y H. Lyon. 1968. Pictorial key to genera of plant parasitic nematodes. Cornell University Press, New York, NY.
- Martínez, H., Y. Peña y C. Espinal. 2006. La cadena de plátano en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Documento de trabajo No. 102. Bogotá, Colombia, http://www.agrocadenas.gov.co/platano/documentos/caracterizacion_platano.pdf; consulta: febrero de 2009.
- McSorley, R. 1994. The spiral nematode. p. 22. En: Ploetz, R.C., G.A. Zentmyer, W.T. Nishijima, K.G. Rohrbach y H.D. Ohr (eds.). Compendium of tropical fruit diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Moens, T., M. Araya, R. Swennen y D. De Waele. 2006. Reproduction and pathogenicity of *Helicotylenchus multincinctus*, *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus coffeae*, and their interaction with *Radopholus similis* on *Musa*. Nematology 8, 45-58.
- Tarté, R. y J. Pinochet. 1981. Problemas nematológicos del banano, contribuciones recientes a su conocimiento y combate. Unión de Países Exportadores de Banano (UPEB), Panamá.
- Thorne, G. 1961. Principles of nematology. McGraw-Hill Book Company, New York, NY.
- Varón, F. 1991. Control de nematodos. pp. 329-342. En: Belalcázar, S., J. Toro y R. Jaramillo. 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Manual de asistencia técnica No. 50. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; CIID; Comité de Cafetaleros de Colombia; Inibap, Cali, Colombia.