

Géneros de nematodos parásitos de raíces de banano (*Musa paradisiaca* L.) en la provincia Los Ríos, Ecuador



<https://cu-id.com/2247/v39e16>

Genera of parasitic nematodes of banana (*Musa paradisiaca* L.) roots in Los Ríos province, Ecuador

✉ Freddy Javier Guevara Santana^{1*}, ✉ Ileana Miranda Cabrera², ✉ Wilson Geobel Ceiro Catasú³,
✉ Leopoldo Hidalgo Díaz⁴, ✉ Jersys Arévalo Ortega²

¹Facultad de Agronomía, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.

²Departamento de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Carretera de Jamaica y Autopista Nacional. Apdo 10. CP 32700 San José de las Lajas. Mayabeque. Cuba.

³Universidad de Granma (UDG). Carretera Bayamo-Manzanillo km 17 ½, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba.

⁴Biotor Labs, S.A. Km 108 carretera Panamericana, San Isidro, Nicaragua.

RESUMEN: La investigación tuvo como objetivo determinar la frecuencia, densidad poblacional e interrelación de los principales géneros de nematodos fitoparásitos en plantaciones comerciales de banano en la provincia Los Ríos, Ecuador. Se tomaron muestras compuestas de raíces de plantas con edad de nueve a doce meses en 17 fincas bananeras. Las muestras se procesaron en el laboratorio de Nematología Agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quevedo, Ecuador. Se realizó la extracción, identificación hasta nivel de género y cuantificación de los fitonematodos, por métodos convencionales. Se determinaron diferentes parámetros ecológicos y parasíticos: frecuencias, densidades y valor de prominencias (absoluta y relativa), índices de diversidad de Simpson, Shannon y Margalef. Se realizaron análisis de correlación simple entre *Meloidogyne* y el resto de los fitonematodos. Se asociaron las fincas según las densidades poblacionales mediante análisis de conglomerados. Los nematodos con mayor importancia relativa en raíces fueron, en su orden, *Helicotylenchus*, *Radopholus*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne*. Los nematodos del género *Radopholus* se distribuyeron en el 100 % de las áreas, *Helicotylenchus* en 88,24 %, seguido de *Pratylenchus* 70,59 % y *Meloidogyne* spp., ocupó la menor distribución con 52,94 %. El mayor número de individuos correspondió a los géneros *Helicotylenchus* y *Radopholus*, siendo los más diseminados y los de mayor valor de prominencia en las raíces. Se observaron relaciones positivas entre *Meloidogyne* vs *Helicotylenchus* y antagonicas entre *Meloidogyne* vs *Radopholus* y *Meloidogyne* vs *Pratylenchus*, así como diferencias en la composición y estructura de las comunidades de nematodos entre las fincas. Estos resultados señalan la necesidad de implementar alternativas locales de manejo de nematodos fitoparásitos para reducir sus poblaciones y los daños en plantaciones bananeras, sin afectar los organismos benéficos.

Palabras Clave: biodiversidad, *Musa* spp., nematofauna, nematodos parásitos de plantas.

ABSTRACT: The objective of the research was to determine the frequency, population density, and interrelation of the main genera of phytoparasitic nematodes in commercial banana plantations in the province of Los Ríos, Ecuador. Composite samples of roots from plants aged nine to twelve months were taken in 17 banana farms. The samples were processed at the Agricultural Nematology laboratory of the National Institute of Agricultural Research (INIAP), Quevedo, Ecuador. The extraction, identification to genus level, and quantification of the phytonematodes were carried out by conventional methods. Different ecological and parasitic parameters were determined: frequencies, densities and value of prominences (absolute and relative), Simpson, Shannon and Margalef diversity indices. Simple correlation analyzes were performed between *Meloidogyne* and the rest of the phytonematodes. The farms were associated according to the nematode population densities through cluster analysis. The nematodes with the greatest relative importance on roots were *Helicotylenchus*, *Radopholus*, *Pratylenchus*, and *Meloidogyne*, in that order. *Radopholus* was distributed in 100% of the areas, *Helicotylenchus* in 88.24%, followed by *Pratylenchus* in 70.59% and *Meloidogyne* spp. in 52.94%, the lowest distribution. The largest number of individuals corresponded to *Helicotylenchus* and *Radopholus*, being the genera most disseminated and with the highest prominence value on the roots. The observed relationships were positive between *Meloidogyne* and *Helicotylenchus*, but antagonistic between *Meloidogyne* and *Radopholus* and *Meloidogyne* and *Pratylenchus*. Differences in the composition and structure of the nematode communities between the farms were also observed. These results indicate the need for implementing local management alternatives for phytoparasitic nematodes to reduce their populations and damage in banana plantations without affecting beneficial organisms.

Key words: biodiversity, *Musa* spp., nematode fauna, plant parasitic nematodes.

*Correspondencia a: Freddy Javier Guevara Santana. E-mail: fguevara@uteq.edu.ec

Recibido: 14/03/2023

Aceptado: 23/06/2023

INTRODUCCIÓN

En Ecuador el banano (*Musa* spp.) es un cultivo de gran importancia económica y social, debido a que sus plantaciones garantizan sustento y empleo para miles de personas. La superficie cultivada se estima en aproximadamente en 196 673 ha (1) y aporta el 2 % del PIB total de la nación; específicamente, en términos de producción agrícola, esta fruta representa un 35 % del PIB del sector (2).

La producción nacional de banano se concentra, mayormente, en tres provincias del litoral ecuatoriano: Guayas, El Oro y Los Ríos. En la producción por provincias, se destaca Los Ríos, donde, en el 2018, se concentró el 38 % del total de la producción bananera a nivel de país, destacándose como un territorio con cultura, tradición bananera y de grandes perspectivas para continuar desarrollando el cultivo y sus exportaciones (3, 4).

Sin embargo, la producción bananera enfrenta riesgos como la incidencia de nematodos parásitos de plantas, los cuales constituyen un factor limitante en el cultivo, causando pérdidas entre 30 - 60 % (5), lo que aumenta la susceptibilidad a plagas y enfermedades y ocasiona reducción de los rendimientos agrícolas y afectación de la calidad comercializable de los frutos (6).

Los nematodos parásitos de plantas son considerados como enemigos invisibles para el agricultor, debido a que son organismos microscópicos, se encuentran preferentemente atacando las raíces de las plantas y causan síntomas que, a menudo, suelen confundirse con los provocados por otros organismos y factores abióticos (7). Este comportamiento implica que los productores, con frecuencia, no tengan en cuenta a los nematodos solamente cuando el problema es muy serio y se dificulta mucho más la solución.

Estos nematodos causan daño en raíces y cormos, afectan el crecimiento de las plantas, disminuyendo el número y tamaño de hojas y raíces; así como el tamaño y peso de los racimos, provocan la pudrición del sistema radical e inducen el volcamiento de plantas afectadas (8). Los daños pueden ser directos, mediante la destrucción de células, o indirectamente, al facilitar la invasión de hongos y bacterias, a través de su alimentación y el movimiento a través de las raíces (9).

En la literatura, se informaron 146 especies de nematodos parásitos asociados a las especies de *Musa*, distribuidas en 43 géneros. Los nematodos más devastadores y ampliamente distribuidos son *Radopholus similis* (Cobb) Thorne (nematodo barrenador), *Pratylenchus coffeae* (Zimmerman) Filipjev & Stekhoven (nematodo lesionado), *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden (nematodo de espiral) y *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (nematodo agallero del sur) (10, 11).

Estos organismos nocivos son de gran importancia económica en el cultivo de banano por su amplia distribución y rango de plantas hospedantes. Por lo general, interactúan poblaciones mixtas de varias especies de nematodos con diferentes hábitos de alimentación. Para estos nematodos, las densidades en raíces, se relacionan con el hábito de alimentación endoparasítico-sedentario (*Meloidogyne*), especies generalmente semiendoparasíticas (*Helicotylenchus*) y endoparasítico migratorio (*Radopholus* y *Pratylenchus*), y con la naturaleza de sus ciclos de vida. Además, se observó que existe correlación positiva y altamente significativa entre las densidades poblacionales en raíces y suelo rizosférico (10).

Las decisiones para el manejo de nematodos fitoparásitos, generalmente, se realizan con base a los monitoreos periódicos de sus poblaciones en las raíces. Se recomienda efectuar las aplicaciones cuando las densidades poblacionales de fitonematodos superan los 10 000 individuos por 100 g de raíces (12, 13). Esto supone que, es a partir de esa población se producen pérdidas en el rendimiento (6). Sin embargo, esta herramienta no la utilizan todos los agricultores; lo que conlleva, en ocasiones, al manejo de este problema fitosanitario mediante el uso de nematicidas químicos, sin ningún criterio técnico, incrementando los riesgos para los humanos y para los agroecosistemas en general. Por lo que surge la necesidad de realizar estudios de diagnóstico y conteo de poblaciones, como base para establecer labores agrícolas que conduzcan a una agricultura sostenible y al uso de alternativas más limpias como las biológicas.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la frecuencia, densidad poblacional e interrelación de los principales géneros de nematodos fitoparásitos en plantaciones comerciales de banano en la provincia Los Ríos, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en 17 fincas dedicadas a la producción de bananos, en plantaciones de *Musa* AAA cv. 'Valery', en la provincia Los Ríos, Ecuador. (Tabla 1)

Los muestreos se realizaron en el último trimestre de 2019; en un área desde 1 a 4 ha, se tomaron muestras en diferentes puntos del campo, a partir de plantas de banano con edad de nueve a doce meses seleccionadas al azar, según la metodología descrita por Triviño *et al.* (14). Una vez seleccionadas las plantas, se cavó un hoyo en forma rectangular, con una barreta bien afilada, en tres puntos alrededor de la planta cerca de la base del pseudotallo, de dimensiones 30 cm largo x 15 cm ancho x 30 cm profundidad, equivalente a 13,5 dm³. Se conformó una muestra compuesta con todas las raíces del hoyo y de las plantas, las cuales se depositaron en bolsas de polietileno y se trasladaron, inmediatamente,

para su procesamiento al laboratorio de Nematología Agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en Quevedo, Ecuador.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las fincas bananeras donde se extrajeron las muestras para los análisis nematológicos en la Provincia de Los Ríos (Ecuador) en el período de octubre a diciembre del 2019 / Geographic location of the banana farms where samples were taken for nematological analyzes in the Province of Los Ríos (Ecuador) in the period from October to December 2019

No.	Finca/ Lote	Coordenadas Geográficas
1	Pepa de Oro	-1.03017, -79.37255
2	Bola de Hambre	-0.99162, -79.69371
3	Montaña	-0.96587, -79.58637
4	La virgen	-1.49159, -79.87472
5	Pacífica	-0.75126, -78.85737
6	Mireya	-0.78454, -79.55101
7	María Fernanda	-1.05779, -79.44531
8	Laura Inés	-0.94096, -79.23150
9	Vilmita	-0.88457, -79.48719
10	Lote 1 Tres Corona	-0.94037, -79.23177
11	Lote 2 Buenaventura	-0.94037, -79.23160
12	Lote 3 Virgen	-0.94012, -79.23156
13	lote 4	-0.94098, -79.23153
14	lote 5	-0.99460, -79.25620
15	lote 6 Lado Carrera	-0.99739, -79.25563
16	Lote 10 Pista	-0.99678, -79.26064
17	Finca La María	-0.94435, -79.31643

Las raíces de las plantas de banano recolectadas se lavaron individualmente con abundante agua común y se colocaron sobre papel absorbente para eliminar el exceso de humedad. Posteriormente, se separaron las raíces funcionales (sanas y las de coloración café rojizo sin tejido necrosado) y no funcionales (color negro o tejido necrosado), se pesaron por separado en una balanza técnica (Sartorius®). Luego se calculó el índice de daños (%).

Los nematodos fitoparásitos asociados a las raíces se extrajeron por la técnica de licuado-tamizado (15) con modificaciones. Las raíces se cortaron en pedazos de 1 cm de longitud aproximadamente y se homogenizaron manualmente, se pesaron 25 g de raíces totales (funcionales más no funcionales). Se colocaron en una licuadora y se añadieron 100 ml de agua común, se licuaron a velocidad alta en dos etapas de 10 segundos cada una, con cinco segundos de intermitencia entre ellas. El licuado se pasó por un set de tres tamices de No. 60, 100 y 400 (250, 150 y 38 μ m, respectivamente) sobrepuestos de arriba hacia abajo. El primero y segundo tamices se lavaron por 1 minuto cada uno. El sedimento contenido en el tamiz No. 400 se recolectó en un vaso de precipitado graduado y se lavó con un frasco lavador, finalmente se enrazó a 100 ml (14).

La identificación y cuantificación de las poblaciones de nematodos, se realizó en un microscopio óptico (ZEISS Axiolab®) a 4X de magnificación y con la ayuda de claves taxonómicas y personal experto, se determinó la identidad taxonómica hasta el nivel de género (16). En cada muestra se tomaron cuatro alícuotas de cinco ml de cada suspensión y se cuantificó el número de individuos por género.

Con los datos obtenidos se determinaron los parámetros ecológicos y parasíticos y se determinó la importancia relativa para cada nematodo fitoparásito, basado en la distribución geográfica (frecuencia absoluta, relativa), nivel poblacional (densidad absoluta, relativa) y valor de prominencia (susceptibilidad del cultivo al fitonemato), mediante las fórmulas utilizadas por Riascos-Ortiz *et al.* (10). Se calcularon los índices de diversidad de Simpson, Shannon y Margalef. Se realizó el análisis de correlación simple entre los géneros de nematodos y análisis de conglomerados, a partir de los datos de densidad de los fitonematodos, en las diferentes fincas por el método de Ward y distancia de correlación de Pearson ($\sqrt{1-S}$), con el paquete estadístico InfoStat versión 2017e (17).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las zonas evaluadas se identificaron, asociados a las raíces de banano, los cuatro mayores géneros de nematodos fitoparásitos: *Meloidogyne*, *Radopholus*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus* y la media de daños estuvo en un 24,5 % de raíces muertas. Se encontraron poblaciones por encima de 10 000 individuos del género *Radopholus* en el lote 5 y Finca La María y del género *Helicotylenchus* en cuatro fincas (Pepa de Oro, Bola de Hambre, Montaña y La virgen). En 12 de los sitios muestreados (70,6 %) se encontraron poblaciones elevadas de más de 10 000 nematodos fitoparásitos en las raíces de banano. (Tabla 2)

Estos géneros de nematodos se consideran de amplia distribución en regiones tropicales y subtropicales de África, Asia, América, el Caribe y el Pacífico, donde provocan afectaciones a diferentes especies de plantas de interés económico que incluyen a bananos y plátanos (18).

Al analizar la dominancia y diversidad de estos géneros de nematodos parásitos de plantas presentes en el hábitat en cada una de las fincas y su abundancia relativa, se observó que el índice de Shannon varió entre 0 y 1,1. En la finca Laura Inés este índice adquirió valor cero, lo que se correspondió con la presencia de un solo género de nematodos. Los mayores valores correspondieron a las fincas La Virgen, María Fernanda, Lote 3 Virgen y Lote 10 Pista donde hubo una distribución relativamente homogénea de los géneros de nematodos fitoparásitos presentes (Tabla 3). Este índice mide la abundancia proporcional estructural; se usa para evaluar riqueza y abundancia relativa (19, 20).

Tabla 2. Poblaciones de nematodos fitoparásitos en raíces de banano (*Musa* AAA cv. 'Valery') * en las fincas muestreadas en la provincia Los Ríos, Ecuador/ Populations of plant parasitic nematodes on banana (*Musa* AAA cv. 'Valery') roots* in the farms sampled in the province of Los Ríos, Ecuador

Finca/Lote	<i>Radopholus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	Población total de nematodos
Pepa de Oro	1 400	25 200	1 200	2 000	29 800
Bola de Hambre	8 400	20 800	800	1 200	31 200
Montaña	4 400	20 000	0	2 000	26 400
La virgen	8 000	22 000	2 000	2 000	34 000
Pacífica	7 000	4 000	1 000	0	12 000
Mireya	6 000	1 000	0	0	7 000
Maria Fernanda	1 000	1 000	1 000	0	3 000
Laura Ines	2 000	0	0	0	2 000
Vilmita	3 000	3 000	500	0	6 500
Lote 1 Tres Corona	8 000	2 800	0	800	11 600
Lote 2 Buenaventura	4 800	7 600	400	2 400	15 200
Lote 3 Virgen	5 600	3 200	0	1 600	10 400
lote 4	4 000	4 000	800	2 000	10 800
lote 5	10 400	6 000	800	3 200	20 400
lote 6 Lado Carrera	400	4 000	0	800	5 200
Lote 10 Pista	7 600	4 800	0	2 000	14 400
Finca La Maria	25 000	0	0	8 000	33 000
ES	1 365	2 066	142	466	2 651
CV	89	112	117	117	68

*poblaciones en 100 g de raíces frescas

De acuerdo al índice de Simpson, se pudo observar que los valores en las fincas Montaña, Laura Inés, Vilmita, Lote 1 Tres Corona, Lote 2 Buenaventura, lote 4 y lote 5 fueron cercanos a 1, es decir, no hubo especies dominantes. Esto se corrobora con los valores cercanos a 0 obtenidos para el índice de Dominancia (Shannon) de estas fincas, mostrando que no existen especies dominantes y, por tanto, hay una distribución equitativa de las especies de nematodos correspondientes a los géneros evaluados (Tabla 3). Este índice, también conocido como el Índice de la Diversidad de las especies o Índice de Dominancia, es uno de los parámetros que permite medir la riqueza de organismos. En ecología, es también utilizado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat; cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad en un hábitat (20, 21).

En las fincas evaluadas, el menor valor del índice de Margalef se observó en la finca Laura Inés, con el valor mínimo (cero). Es decir, esta finca presentó la menor riqueza específica o menor biodiversidad de nematodos fitoparásitos; solo se encontraron nematodos del género *Radopholus*. (Tabla 3)

Al analizar la distribución de géneros de nematodos, se constató que *Radopholus* se distribuyó en el 100 % de las áreas objeto de estudio; alcanzaron menores valores de distribución *Helicotylenchus* (88,24 %), seguido de *Pratylenchus* (70,59 %) y *Meloidogyne* spp., que ocupó la menor distribución (52,94 %). Los mayores números de individuos se presentaron en los géneros *Helicotylenchus* y *Radopholus*, siendo los más diseminados y los de

mayor valor de prominencia en las raíces. De acuerdo con los parámetros ecológicos y parasíticos evaluados, los nematodos con mayor importancia relativa fueron en su orden *Helicotylenchus*, *Radopholus*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne*. (Tabla 4)

Al respecto, en un estudio anterior en Ecuador se consideró que, en orden de mérito, *R. similis*, *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., y *Meloidogyne* spp., fueron los nematodos plagas de mayor importancia en el cultivo del banano y señalaron a *R. similis* y *Helicotylenchus* spp., los más frecuentes en las provincias Cañar, El Oro, Guayas y Los Ríos (22), lo cual posee relación con lo expuesto en el presente estudio. Según Chávez y Araya (22) estos nematodos fitoparásitos se distribuyen fácilmente en cultivos considerados buenos hospedantes como el banano, donde presentó un rango de distribución entre 57 y 88 % en Ecuador, valores similares a los obtenidos en la presente investigación.

La amplia distribución en las raíces de banano registrada en el presente estudio para *Helicotylenchus* y *Radopholus* pudiera estar favorecida por la transferencia de material de siembra infestado. Los cultivos de banano en las fincas muestreadas, en su mayoría, se establecen mediante la utilización de semilla asexual a partir de cormos o hijos espada, a través de los cuales se diseminan los nematodos fitoparásitos, dentro y entre los campos, cuando éstos se encuentran infestados (23); mientras que, una minoría de agricultores utiliza vitroplantas.

Tabla 3. Índices de Dominancia y Diversidad de géneros de nematodos en áreas bananeras en la provincia Los Ríos, Ecuador / Dominance and diversity indices of nematode genera in banana areas in the Los Ríos province, Ecuador

Finca/Lote	Shanon	Simpson	Margalef
Pepa de Oro	0,71 ± 0,01	0,52 ± 0,00	0,37 ± 0,15
Bola de Hambre	0,75 ± 0,01	0,51 ± 0,01	0,39 ± 0,15
Montaña	0,07 ± 0,01	0,98 ± 0,01	0,26 ± 0,14
La virgen	0,96 ± 0,14	0,47 ± 0,09	0,85 ± 0,11
Pacifica	0,89 ± 0,17	0,41 ± 0,10	0,80 ± 0,13
Mireya	0,41 ± 0,24	0,71 ± 0,19	0,51 ± 0,16
María Fernanda	1,10 ± 0,31	0,00 ± 0,28	1,82 ± 0,16
Laura Ines	0,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Vilmita	0,07 ± 0,03	0,98 ± 0,01	0,32 ± 0,15
Lote 1 Tres Corona	0,08 ± 0,02	0,97 ± 0,01	0,50 ± 0,16
Lote 2 Buenaventura	0,19 ± 0,04	0,93 ± 0,02	0,96 ± 0,14
Lote 3 Virgen	0,98 ± 0,18	0,35 ± 0,11	0,91 ± 0,09
lote 4	0,08 ± 0,02	0,98 ± 0,01	0,45 ± 0,16
lote 5	0,14 ± 0,03	0,95 ± 0,01	0,45 ± 0,16
lote 6 Lado Carrera	0,66 ± 0,01	0,55 ± 0,01	0,28 ± 0,14
Lote 10 Pista	0,98 ± 0,15	0,36 ± 0,09	0,78 ± 0,13
Finca La María	0,55 ± 0,10	0,62 ± 0,09	0,29 ± 0,14

Tabla 4. Parámetros ecológicos y parasíticos de nematodos asociados a raíces de banano (*Musa* AAA vc. 'Valery') en la provincia Los Ríos, Ecuador*/ Ecological and parasitic parameters of nematodes associated with banana (*Musa* AAA vc. 'Valery') roots in Los Ríos province, Ecuador*

Género	<i>Radopholus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>
No. de muestreos en que estuvo presente	17	15	9	12
Total de individuos	107 000	129 400	8 500	28 000
Frecuencia Absoluta (%)	100	88,24	52,94	70,59
Frecuencia Relativa (%)	32,08	28,3	16,98	22,64
Densidad Absoluta	6 294,12	7 611,76	500	1 647,06
Densidad Relativa (%)	39,21	47,42	3,12	10,26
Valor de Prominencia absoluto	62 941,18	71 500,08	3 638,03	13 838,06
Valor de Prominencia relativo	0,41	0,47	0,02	0,09

*poblaciones en 100 g de raíces frescas

Otros de los factores que pudieran influir es la amplia adaptación de estos nematodos a los agroecosistemas de las fincas bananeras, cuyas edades de plantación oscilaron entre 4 - 19 años y la gran mayoría del banano se produce en plantaciones de monocultivo con alta densidad de plantas (24). Además, la susceptibilidad a los fitonematodos de los cultivares de *Musa* AAA subgrupo Cavendish ('Williams', 'Grand Naine', 'Valery' y otras), constituye un gran problema en la industria bananera (25, 26). Estos cultivares representan el 12 % de los bananos producidos en el mundo y casi el 100 % de los consumidos en Norteamérica y Europa (27).

Entre *Helicotylenchus* y *Meloidogyne* se registró una correlación positiva (directamente proporcional) en las raíces de banano (Fig. 1A), lo cual puede estar relacionado con interacciones positivas o sinérgicas entre ellos debido, principalmente, a la ausencia de competencia por sitios de alimentación. Estos fitonematodos poseen diferentes hábitats, dado que *Meloidogyne* es un endoparásito sedentario que vive

y se alimenta de células del córtex; mientras que, *Helicotylenchus* es un ecto y semiendoparásito que vive y se alimenta de las células externas de las raíces sin generar competencia entre ellos (28). En el caso de *Meloidogyne*, las hembras adultas, al final del ciclo, liberan en el espacio extra-radical huevos, de los cuales emergen juveniles en segundo estadio que reinfestan, desde el suelo, la misma planta o una nueva (29). Las poblaciones de *Helicotylenchus* pueden encontrarse en el suelo debido a su comportamiento también ectoparasítico (30).

Para *Radopholus* y *Meloidogyne*, se evidenció una relación con tendencia negativa en las raíces de banano (Fig. 1B); debido a que ambos tienen hábitat similar como endoparásitos, que resulta en competencia interespecífica, destrucción de tejido con agallas y sitios de alimentación (28, 31). Estudios anteriores desarrollados por Moens *et al.* (28) sobre la interacción entre *R. similis* y otras tres especies de fitonematodos, encontraron que *M. incognita* fue el único que redujo la densidad poblacional de *R. similis*.

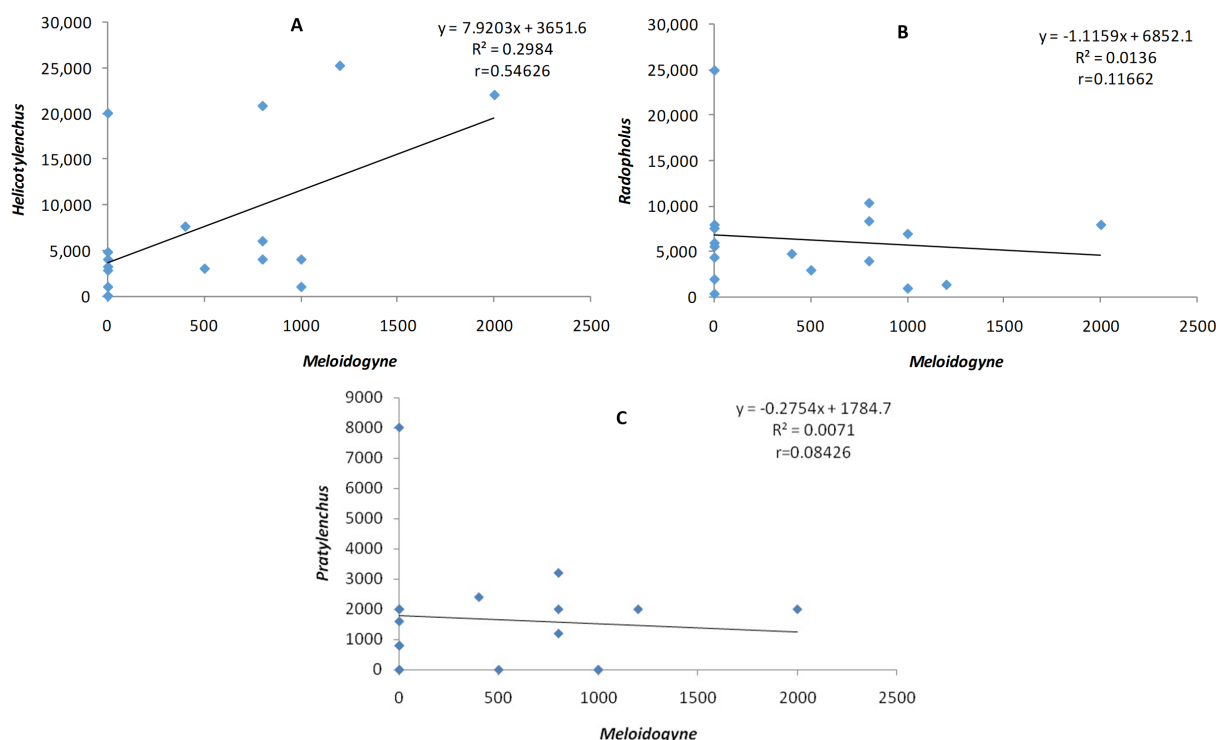


Figura 1. Correlaciones entre géneros de fitonematodos de mayor importancia relativa en raíces de banano (*Musa* AAA vc. 'Valery') en fincas de la Provincia Los Rios, Ecuador / Correlations between genera of phytonematodes of greatest relative importance on banana roots (*Musa* AAA vc. 'Valery') in farms located in Los Rios Province, Ecuador. Leyenda: (A) *Meloidogyne* and *Helicotylenchus*, (B) *Meloidogyne* and *Radopholus*, (C) *Meloidogyne* and *Pratylenchus*

Mientras que, Santor y Davide (32), registraron reducción del número de individuos de *M. incognita* por *R. similis*. Ambos resultados concuerdan con otros estudios realizados en Colombia por Riascos-Ortiz *et al.* (10), al evaluar las interrelaciones de los géneros de nematodos fitoparásitos en plantaciones de plátano y banano de los departamentos del eje cafetero y Valle del Cauca.

Entre *Pratylenchus* y *Meloidogyne* se evidenció una relación con tendencia negativa (Fig. 1C). Ambos géneros de fitonematodos poseen hábitos de alimentación en el interior de las raíces, siendo el primero endoparásito sedentario y el segundo endoparásito migratorio. Estos géneros pueden coexistir competitivamente pero, al final, puede ocurrir supresión de uno de los dos, debido a las similitudes entre hábitos de alimentación de estos fitonematodos, lo que favorece la segregación ecológica por competencia interespecífica, la cual es dependiente de factores como la temperatura del suelo y la planta hospedante (33).

De acuerdo al análisis de conglomerado construido a partir de los datos de frecuencias, densidades y valores de prominencia para fitonematodos en las diferentes fincas muestreadas se constituyeron cuatro grupos. En el grupo 1 se agruparon María Fernanda y La Virgen; grupo 2: Pacífica, Lote 3 Virgen, Lote 10 Pista, Mireya, Laura Inés, Finca La María; grupo

3: lote 5, Vilmita, lote 4, Lote 2 Buenaventura y grupo 4: lote 6 Lado Carrera, Montaña, Lote 1 Tres Corona, Pepa de Oro, Bola de Hambre. (Fig. 2)

Estas agrupaciones indican diferencias en la composición y estructura de las comunidades de nematodos fitoparásitos en las fincas de banano evaluadas, de forma tal que en el grupo 1 se agruparon las fincas con mayor población de fitonematodos y en el grupo 3 las fincas de bajas poblaciones de fitonematodos. Mientras que, en los grupos 2 y 4 se agruparon fincas con una densidad intermedia de fitonematodos (Fig. 2). Esto pudiera estar relacionado con diversos factores como las condiciones (biofísicas, químicas e hidrobiológicas) de los suelos (11, 34) y las variables meteorológicas (precipitación pluvial y temperatura), así como con los niveles de intensificación agrícola; pues cambios en prácticas de manejo del cultivo determinan la composición de las comunidades de nematodos fitoparásitos (35, 36). Lo que explica, en cierto modo, la respuesta heterogénea que se presenta en las Fincas.

De manera general, los análisis en las fincas evaluadas mostraron alta abundancia y riqueza específica de poblaciones de nematodos fitoparásitos. Estos resultados señalan la necesidad de implementar alternativas locales de manejo de nematodos fitoparásitos con vistas a reducir sus poblaciones y daños en plantaciones bananeras, sin afectar la biodiversidad no plaga asociada.

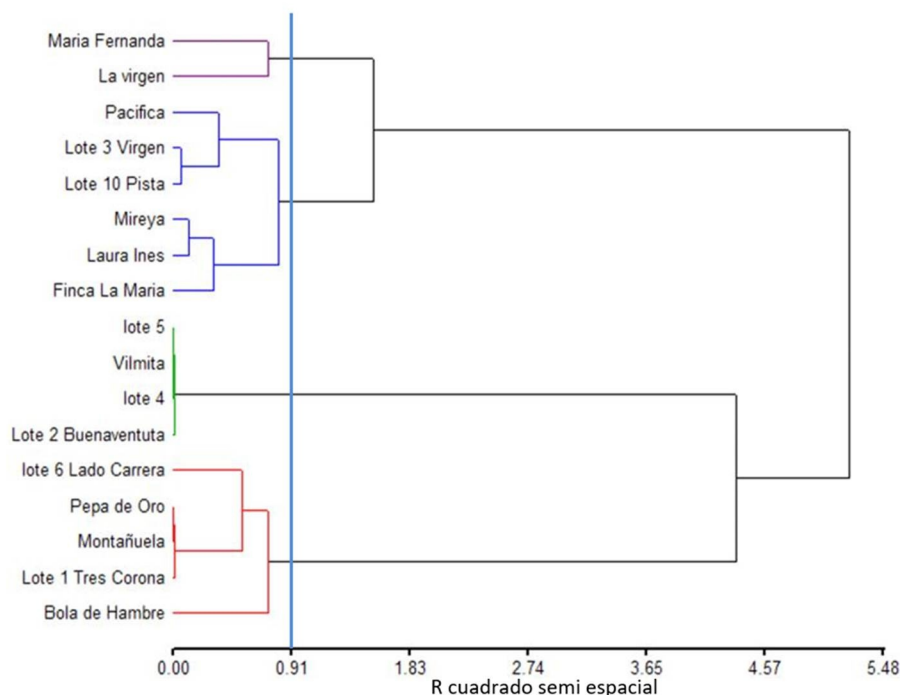


Figura 2. Dendrograma de agrupación de fincas muestreadas en Los Ríos, Ecuador según presencia de fitonematodos en raíces de banano / Dendrogram grouping the farms sampled in Los Ríos, Ecuador, according to the presence of phytonematodes on banana roots

REFERENCIAS

- Vásquez-Castillo W, Racines-Oliva M, Moncayo P, Viera W, Seraquive M. Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico (*Musa acuminata*) en el Ecuador. Enfoque UTE. 2019. 10(4): 57-66. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>
- Acaro LM, Córdova AN, Vega A del C, Sánchez TX. Evolución en las exportaciones de banano e impacto del desarrollo económico, provincia de El Oro 2011 - 2020, pre-pandemia, pandemia; aplicando series de tiempo. Polo del Conocimiento. 2021. 6(8), 257-277. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i8>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2019. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), Quito. <http://ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/> [Fecha de consulta: 31/05/21].
- León JP, Espinosa MA, Carvajal HR, Quezada J. Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. 2023; 7(1): 7494-7507. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4981
- Sikora RA, Coyne DL, Hallman J, Timper P. (Eds). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, 3rd edition. Wallingford, UK, CAB International. 2018. Pp. 617-657. ISBN 978 1 78639 1261 (ePub)/ 978 1 786.39 125 4 (PDF).
- Chávez-Velazco C, Solórzano-Figueroa F, Araya-Vargas M. Relación entre nematodos y la productividad del banano (*Musa AAA*) en Ecuador. Agronomía Mesoamericana. 2009. 20(2): 351-360.
- Ferraz L, Brown D. An introduction to nematodes plant Nematology, a student's textbook. Pensoft Series Parasitologica No. 3, Pensoft Publishers, Bulgaria, 2002: 221 pp. ISBN 9546421553, 9789546421555.
- Múnera GE. Biodiversity of phytoparasitic nematodes associated with *Musaceae* and fruit crops in Colombia. [PhD Thesis]. Universiteit Gent, Belgium, 2008: 223 p. https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/280/629/RUG01-001280629_2010_0001_AC.pdf
- Hooks CRR, Wang KH, Ploeg A, McSorley R. Using Marigold (*Tagetes* spp.) as a cover crop to protect crops from plant-parasitic nematodes. Applied Soil Ecology. 2010. 46, 307-320. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.09.005>
- Riascos-Ortiz D, Mosquera-Espinosa AT, Varón de Agudelo F, Muñoz-Florez JE. Importancia relativa de nematodos fitoparásitos asociados a *Musa* spp. y las interrelaciones entre los géneros de mayor valor de prominencia. Fitopatología Colombiana. 2021. 45(1): 1-9.

11. Nyangau D, Atandi J, Cortada L, Nchore S, Mwangi M, Coyne D. Diversity of nematodes on banana (*Musa* spp.) in Kenya linked to altitude and with a focus on the pathogenicity of *Pratylenchus goodeyi*. *Nematology*. 2022; 24: 137-147.
12. Tarté R. La importancia del conocimiento de la biología y comportamiento de los nematodos parásitos del banano en el desarrollo de métodos eficientes de control. *Augura*. 1980; 6(2):13-21.
13. Tarté R, Pinochet J. Problemas nematológicos del banano, contribuciones a su conocimiento y combate. Panamá, UPEB. 1981. 32 pp.
14. Triviño C, Navia D, Velasco L. Guía para reconocer daño en raíces y métodos de muestreo y extracción de nemátodos en raíces y suelo. Guayaquil, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Litoral Sur. Boletín Divulgativo no. 433. 2013. 19 pp. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3849>
15. Taylor AL, Loegering WQ. Nematodes associated with root lesions in abaca. *Turrialba*. 1953; 3(1-2): 8-13.
16. Hunt D, Palomares-Rius JE, Manzanilla-López RH. Identification, morphology and biology of Plant Parasitic Nematodes. En: Sikora RA, Coyne D, Hallmann J, Timper P (Eds.). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, 3rd Edition. CAB International. Wallington. UK. 2018. Pp 20-61. ISBN 978-1786391247.
17. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar/>
18. Yang X, Wang X, Wang K, Su L, Li H, Li R, et al. The nematicidal effect of *Camellia* seed cake on Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* of banana. *PLoS ONE*. 2015; 10(4): e0119700. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119700>
19. Somarriba, E. Agroforestería en las Américas (CATIE). 1999; 6(23): 72-74. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6079> [Fecha de consulta: 15/09/21].
20. Salazar MC, Vallejo FA, Salazar FA. Inventarios e índices de diversidad agrícola en Fincas campesinas de dos municipios del Valle del Cauca, Colombia. *Entramado*. 2019; 15 (2):264-74. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.5744>.
21. Simpson EH. Measurement of diversity. *Nature*. 1949; 163, 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>.
22. Chávez C, Araya M. Frecuencia y densidades poblacionales de los nematodos parásitos de las raíces del banano (*Musa* AAA) en Ecuador. *Nematopica*. 2001; 31(1):25-36.
23. Sayed S, Mohamed S, Bilal M, Sidam A, Yasmin R, Mohamed Z. Population distribution of Plant-parasitic Nematodes of bananas in Peninsular Malaysia. *Sains Malaysiana*. 2014; 43: 175-183.
24. León LA. La sostenibilidad ambiental en el sector productivo bananero del cantón Machala. Conference Proceedings. Ciencia y Tecnología. 2017; 1(1). <https://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/222/193> [Fecha de consulta: 12/10/21].
25. Moens T, Araya M. Efecto de *Radopholus similis*, *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus coffeae* y *Helicotylenchus multicinctus* en la producción de *Musa* AAA cv. Grande Naine. *Corbana*. 2002; 28(55):43-56.
26. Araya M. Los fitonematodos del banano (*Musa* AAA subgrupo Cavendish cultivares Grande Naine, Valery y Williams) su parasitismo y combate. En: Memorias XVI Reunión ACORBAT. Oaxaca, Méx. 2004: 84-105. <http://musalit.org/seeMore.php?id=9613> [Fecha de consulta: 12/01/22].
27. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Informe Técnico 2003. Programa de banano y plátano. La Lima, Cortés, Honduras, C.A. Febrero 2004. 78 p. http://www.fhia.org.hn/descargas/informes_tecnicos/inf_Programa_de_Banano_y_Platano-2003.pdf
28. Moens T, Araya M, Swennen R, De Waele D. Reproduction and pathogenicity of *Helicotylenchus multicinctus*, *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus coffeae*, and their interaction with *Radopholus similis* on *Musa*. *Nematology*. 2006; 8: 45-58.
29. Agrios G. Plant pathology. Fifth edition. Elsevier Academic Press. 2005. 922 pp. ISBN 9780080473789.
30. Chitamba J, Manjeru P, Chinheya C, MudadaN, Handiseni M. Plant parasitic nematodes associated with banana (*Musa* spp.) in Rusitu Valley, Zimbabwe. *Nematopica*. 2013; 43:113-118.
31. Chávez C, Araya M. Spatial-temporal distribution of plant-parasitic nematodes in banana (*Musa* AAA) plantations in Ecuador. *Journal of Applied Biosciences*. 2010; 33: 2057-2069.
32. Santor RW, Davide RG. Interrelationship of *Radopholus similis* and *Meloidogyne incognita* in banana. En: Davide RG. (ed.). *Studies on nematodes affecting bananas in the Philippines*. Philippine Agriculture and Resources Research Foundation, Los Baños, Philippines. 1992. pp. 71-77. ISBN 1021-7444.
33. Castillo P, Vovlas N. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, biology,

- pathogenicity and management. En: Leiden Koninklijke Brill. Nematology monographs and perspectives. 2007. 529 pp. ISBN 9789047424017.
34. Krift G, Mokrini F, El Aissami A, Laasli S, Imren, M, *et. al.* Diversity and management strategies of plant parasitic nematodes in Moroccan organic farming and their relationship with soil physicochemical properties. Agriculture. 2020; 10:447- 472.
35. Kimenju J, Karanja N, Mutua G, Rimberia B, Wachira P. Nematode community structure as influenced by land use and intensity of cultivation. Tropical and subtropical agroecosystems. 2009; 11: 353-360.
36. Namu J, Karuri H, Alakonya A, Nyaga J, Njeri E. Distribution parasitic nematodes in Kenyan rice fields and their relation to edaphic factors, rainfall and temperature. Tropical Plant Pathology. 2017; 43(2): 128-137.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Freddy Javier Guevara Santana: **Metodología, investigación, validación, visualización, redacción del borrador original.** Ileana Miranda Cabrera: **Análisis formal, redacción (revisión y edición).** Wilson Geobel Ceiro Catasú: **Metodología, investigación, validación, visualización.** Leopoldo Hidalgo Díaz: **Conceptualización, metodología, supervisión.** Jersys Arévalo Ortega: **Conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, visualización, redacción (revisión y edición).**

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)