

# RECONOCIMIENTO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus* HAW.)

Óscar Adrián Guzmán-Piedrabita,<sup>1</sup> Leonardo Pérez<sup>2</sup> y Andrés Patiño<sup>3</sup>

## Resumen

Los nematodos fitoparásitos causan lesiones en el sistema radical de la pitahaya afectando su crecimiento vegetativo y reproductivo. El objetivo de este estudio fue caracterizar los fitonematodos que afectan el sistema radical de la pitahaya amarilla en fincas afiliadas a la Asociación de Productores de Pitahaya Amarilla (ASOPPITAYA). Se recolectaron muestras de raíces y suelo en 22 fincas de los departamentos de Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. Se realizó la extracción de fitonematodos por el método de centrifugación y flotación en azúcar, además de su identificación con claves taxonómicas. Se identificó la especie *Helicotylenchus dihystera* y los géneros *Meloidogyne*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus* y *Pratylenchus*, con una frecuencia del 100, 50, 27, 23, 14 y 5%, respectivamente. *H. dihystera* presentó la población mayor con 12.360 individuos/100g de raíces y suelo; seguido por *Meloidogyne* con 2.742 estados juveniles (J2)/100g de raíces y suelo. Se demostró que *H. dihystera* es el nematodo fitoparásito más limitante en pitahaya, haciéndose necesario monitorear sus poblaciones e implementar medidas de manejo integrado.

**Palabras clave:** Fitonematodos, frecuencia, *Helicotylenchus dihystera*, *Meloidogyne*.

# IDENTIFICATION OF PLANT PHYTOPARASITE NEMATODES IN YELLOW PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus* HAW.)

## Abstract

The phytoparasite nematodes cause lesions in the pitahaya roots system affecting both the vegetative and reproductive growth. The objective of this study was to characterize the phytonematodes affecting the roots system of yellow pitahaya in farms affiliated to the Association of Producers of Yellow Pitahaya (ASOPPITAYA). Samples of roots and soil were collected in 22 farms of the departments of Quindío, Risaralda and Valle del Cauca. The phytonematodes samples were extracted following the centrifugation and flotation in sugar method, and identified using taxonomic keys. The specie *Helicotylenchus dihystera* was identified and the genera *Meloidogyne*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus* and *Pratylenchus* were also recognized, with a frequency of 100, 50, 27, 23 and 5%, respectively. *H. dihystera* presented the highest population with 12,360 individuals/ 100g of roots and soil; followed by *Meloidogyne* with 2,742 juvenile stages (J2)/100g of roots and soil. It was demonstrated that *H. dihystera* is the most limitant phytoparasite nematode of pitahaya, requiring monitoring of its populations to implement integrated management practices.

**Key words:** Phytonematodes, frequency, *Helicotylenchus dihystera*, *Meloidogyne*.

\* FR: 12-III-2011. FA: 14-V-2012.

<sup>1</sup> M.sc. universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales, Caldas. Correo electrónico: oscar.guzman@ucaldas.edu.co

<sup>2</sup> Asociación de Productores de Pitahaya Amarilla. ASOPPITAYA. Roldanillo, Valle del Cauca. Correo electrónico: asoppitaya.tecnico@etb.net.co

<sup>3</sup> Asociación de Productores de Pitahaya Amarilla. ASOPPITAYA. Roldanillo, Valle del Cauca. Correo electrónico: asoppitaya.tecnico@etb.net.co

## INTRODUCCIÓN

La pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) es una fruta exótica originaria de América tropical que fue observada por primera vez en forma silvestre por los conquistadores españoles en México, Colombia, Centroamérica y las Antillas, quienes le dieron el nombre de pitahaya que significa fruta escamosa. Es una planta de la familia Cactácea, xerofítica, caracterizada por ser un cactus trepador que crece soportada en emparrado, con tallos triangulares largos y con flores encarnadas de belleza espectacular. La planta produce frutos ovoides comestibles que antes de ser cosechados tienen espinas en sus mamilas, son de color verde al comienzo y amarillos en la madurez, con un peso entre 150 y 380g. Su pulpa es blanca y aromática con semillas pequeñas de color negro que son comestibles (ESSO AGRÍCOLA, 1988). Es una fruta dulce con 13 a 16% de azúcar, posee además vitamina C, fibra, carbohidratos y agua en un 80%. La fruta permite ser consumida como producto fresco o procesado en jugos, cocteles, helados, yogur y mermeladas; sus semillas tienen efecto digestivo (ANGELFIRE, 2009).

La pitahaya amarilla, se comenzó a cultivar comercialmente en Colombia al inicio de la década de los 80's, principalmente con fines de exportación, promovida como cultivo de diversificación en zonas cafeteras por el Programa de Desarrollo y Diversificación de la Federación Nacional de Cafeteros (1987). Actualmente, Colombia es el principal productor de pitahaya amarilla a nivel mundial con 827 ha, seguida por Israel, Brasil, Ecuador, Perú y Guatemala con 100, 35, 20, 18 y 14 ha, respectivamente (AGRONET, 2009). En Colombia, existen aproximadamente 400 productores de pitahaya con 827 ha, con cultivos que tienen más de 973.599 plantas con una producción de 1.550 ton año<sup>-1</sup> (UNIVERSIDAD NACIONAL, 2008), de las cuales 236 ha están sembradas en el Valle del Cauca con una producción de 12.5 ton ha<sup>-1</sup> que es el principal productor, seguido por Boyacá, Bolívar, Huila y Santander con un área y producción de 333 ha y 7,5 ton ha<sup>-1</sup>; 75 ha y 11,1 ton ha<sup>-1</sup>; 67 ha y 8 ton ha<sup>-1</sup> y 49 ha y 7,9 ton ha<sup>-1</sup> respectivamente (AGRONET, 2009).

En Colombia, la transición rápida de la pitahaya amarilla como planta silvestre a cultivo comercial, sin que se dispusiera de un paquete tecnológico adecuado debido a que no existía investigación sobre el cultivo, conllevó a grandes problemas de manejo, especialmente en aspectos fitosanitarios, que ocasionaron una disminución de la productividad y calidad de la fruta y, por ende, una menor rentabilidad del cultivo (ANGELFIRE, 2009). Dentro de los principales problemas fitosanitarios del cultivo de pitahaya están la mosca del botón floral (*Dasiops* spp.), la pudrición basal del fruto y marchitez (complejo *Fusarium oxysporum* - *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*), la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y los nematodos fitoparásitos (*Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., y *Tylenchorhynchus* spp.) (CASTAÑO & SALAZAR, 1987; RINCÓN *et al.*, 1989; ARAUJO & MEDINA, 2008; ROJAS *et al.*, 2008).

Según RINCÓN *et al.* (1989), VARÓN (2006), ARAUJO & MEDINA (2008) y ROJAS *et al.*, (2008), en los cultivos de pitahaya amarilla del Valle del Cauca, el nematodo del nudo radical *Meloidogyne* spp., es el más importante por su tasa de reproducción, amplio rango de hospedantes y adaptación a diferentes ambientes. En el sistema radical, los síntomas primarios ocasionados por *Meloidogyne* spp., son ramificaciones anormales con raíces hinchadas "engrosadas" y con agallas o nudosidades donde se encuentran las hembras del nematodo. Producto de este daño, después de

los 6 meses de establecido el cultivo, en la parte aérea se presentan síntomas secundarios como tallos amarillos y angostos, flacidez y raquitismo de pencas, muerte de brotes, detención del crecimiento y menor producción (RINCÓN *et al.*, 1989; VIDAL & NIETO, 1989; DE WAELE & DAVIDE, 1998; VARÓN, 2006; ROJAS *et al.*, 2008; PERRY *et al.*, 2009).

El nematodo espiral *Helicotylenchus* spp., es polífago (LUC *et al.*, 2005), y también ha sido registrado parasitando el sistema radical de la pitahaya (RINCÓN *et al.*, 1989; ARAUJO & MEDINA, 2008). Biológicamente y dependiendo del hospedante, el hábito alimenticio de *Helicotylenchus* spp., se caracteriza por ser ectoparásito, semi-endoparásito o endoparásito de raíces. Todos los estados pueden ser encontrados en el córtex de las raíces, pero la migración a través del tejido no ha sido registrada. Producto del parasitismo, en la epidermis de las raíces se forman lesiones pequeñas circulares de color café obscuras tornándose negras, las cuales pueden llegar a ser necróticas. La mayoría de especies son partenogenéticas aunque una de las más comunes y dañinas, *H. multicinctus*, es amphimictica (LUC *et al.*, 2005).

Otro fitonematodo registrado en la pitahaya es el nematodo lesionador *Pratylenchus* spp., (VARÓN, 2006), que es un endoparásito migratorio con todos sus estados encontrados en el córtex. Se alimenta principalmente sobre las células del córtex y forma cavidades que contienen nidos o colonias con todos sus estados. Producto del ataque del nematodo, se presenta decoloración del tejido afectado, que es usualmente pronunciada. Los síntomas en la parte aérea incluyen clorosis y enanismo. El ciclo de vida puede completarse en 4 semanas y puede sobrevivir en ausencia del hospedante por varios meses. Las especies más importantes son polípagas como *P. brachyurus*, *P. coffeae*, *P. goodeyi*, *P. penetrans*, y *P. zaei* (GOWEN *et al.*, 2005; AGRIOS, 2005; LUC *et al.*, 2005; CASTILLO & VOVLAS, 2007).

Debido al daño que ocasionan los nematodos fitoparásitos en el sistema radical de la pitahaya, se realizó este estudio cuyo objetivo fue caracterizar los nematodos fitoparásitos que afectan el sistema radical de la pitahaya amarilla en fincas afiliadas a la Asociación de Productores de Pitahaya Amarilla, ASOPPITAYA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 22 cultivos de pitahaya amarilla, abarcando un área cultivada de aproximadamente 26 ha, en los departamentos de Quindío, Risaralda y Valle del Cauca en predios afiliados a ASOPPITAYA, ubicada en Roldanillo, Valle del Cauca, Colombia (Tabla 1). La selección de las fincas, donde se recolectaron las muestras se efectuó con la ayuda de ASOPPITAYA, y el criterio de selección se basó en que ellas fueran representativas de cada municipio por su producción y prácticas de cultivo.

En el lote de cada finca, el recorrido para la recolección de las muestras se hizo de acuerdo a la topografía del terreno, en zig-zag (terreno ondulado) y en X (terreno plano), siempre garantizando que al recolectar las muestras se cubriera la mayor área posible y no se tomaran muestras de los bordes del lote. En el plato de 10 plantas de pitahaya se recolectó una muestra de 200 g de raíces y 200 g de suelo, en los cuatro puntos cardinales (oriente, occidente, norte y sur), las cuales se depositaron en un balde de 20 L de capacidad, para formar una muestra compuesta (unidad de muestreo) que posteriormente se mezcló, homogeneizó y empacó (2

kg) en una bolsa de plástico. Este procedimiento se realizó tres veces en cada lote a una distancia de 7 m entre cada planta. Las muestras se extrajeron con un palín de hoja rectangular (13 x 50 cm de ancho y largo, respectivamente) a una distancia de entre 5 y 20 cm del cuello de las plantas y una profundidad de 10 a 20 cm, en un hoyo de 13 cm de largo y ancho y 20 cm de profundidad. Posteriormente, se rotuló e identificó la información correspondiente al propietario, finca, vereda, municipio, departamento y área del lote (Tabla 1).

**Tabla 1.** Descripción general de las fincas donde se realizó el estudio de nematodos fitoparásitos en cultivos de Pitahaya amarilla.

No.	Finca	Vereda	Área (ha)	Municipio	Departamento
1	Puerto Alegre	Sardineros	2.8	Buenavista	Quindío
2	Patio Bonito	Palo Redondo	1.0	Belén de Umbría	Risaralda
3	María José	La Floresta	1.4	Balboa	
4	El Descanso	Cedrales	0.3	Trujillo	
5	La Francia	Cedrales	0.5		
6	La Isabela	La Soledad	0.5		
7	San Luis	La Aguada	0,5	Bolívar	
8	La Seca	La Aguada	0,5		
9	La Esperanza	La Aguada	3.0		
10	La Esperanza	El Edén	1.5	Roldanillo	Valle del Cauca
11	Alto Bonito	La Aguada	0,5		
12	La Esmeralda	La Armenia	2.0		
13	La Luciérnaga	La Armenia	0.45	El Dovio	
14	La Gaviota	San Isidro	1.0		
15	Las Delicias	San Isidro	0,5		
16	El Brillante	La Esperanza	0.5	Riófrio	
17	La Cristalina	La Esperanza	0.5		
18	La Esmeralda	La Esperanza	0.3		
19	La Cabaña	La Judea	3	Yotoco	
20	El Jardín	La Granjita	0.8		
21	Lisboa	Piedras	3		
22	Bella Vista	La Milonga	2.0	Sevilla	

En los laboratorios de Fitopatología del departamento de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Caldas y Diagnóstico Fitosanitario del ICA, Palmira, se realizó la extracción de nematodos basados en el principio de flotación de los nematodos en azúcar (MEREDITH, 1973; ARAYA *et al.*, 1995). El procedimiento se realizó de la siguiente manera: las raíces se lavaron con agua corriente, después de dejarlas secar a temperatura ambiente, se pesaron 30 g de ellas en una balanza Analytical Plus, marca Ohaus, y con la ayuda de tijeras se cortaron transversalmente trozos de raíces de 1 cm, que luego se homogenizaron

(ARAYA *et al.*, 1995). Tales trozos se colocaron dentro del vaso de una licuadora Osterizer, modelo 565-15, con 500 mL de agua, luego se licuaron a alta velocidad por 30 seg. La solución del licuado fue depositada en un tamiz de 250  $\mu\text{m}$  el cual estaba colocado sobre un tamiz de 106  $\mu\text{m}$ , y éste sobre otro de 25  $\mu\text{m}$ . La muestra se lavó con agua a presión para que hubiera desprendimiento de los nematodos, y del material que quedaba en el tamiz de 25  $\mu\text{m}$ , luego se depositó todo su contenido en tubos de centrifugación de 30 mL de capacidad. Posteriormente, se centrifugó a 3.800 rpm durante 5 min. Como consecuencia de la centrifugación hubo sedimentación de las partículas pesadas en el fondo del tubo y se procedió a eliminar el sobrenadante. Seguidamente, los tubos fueron llenados nuevamente con solución de sacarosa al 50% y sometidos a centrifugación a 3.800 rpm durante 5 min con el propósito de que los nematodos quedaran flotando en la solución de sacarosa por densidad diferencial y fueran separados de las partículas más pesadas. Luego el sobrenadante se depositó en el tamiz de 25  $\mu\text{m}$  para lavar la sacarosa con agua corriente a presión baja y evitar que los nematodos fueran afectados por ésta. Finalmente se recogieron 20 mL de agua con nematodos en una caja de Petri. La extracción de nematodos de suelo se realizó de similar manera, omitiendo el procedimiento de licuado.

En cada muestra se registró el número de nematodos fitoparásitos en 100 g de raíces y en 100 g de suelo. La identificación de fitonemátodos se realizó recolectando 30 nematodos de cada caja de Petri, los cuales se montaron en un porta-objetos con una gota de agua que se cubrió con un cubre-objetos y se observaron en el microscopio compuesto de luz marca Nikon a través del objetivo 40X.

Con los nematodos encontrados se obtuvieron promedios para la variable número de nematodos fitoparásitos; se estimó el número de éstos para cada especie de acuerdo con su identificación, y en cada especie se estableció en qué proporción de las muestras se encontraba. La identificación de nematodos fitoparásitos se realizó con las claves taxonómicas de THORNE (1961), MAGGENTI *et al.*, (1987), LUC *et al.* (1990), HUNT (1993); MAI *et al.* (1996), SIDDIQI (2000), CASTILLO & VOVLAS (2008) y PERRY *et al.* (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las 22 fincas muestreadas se encontraron principalmente los géneros *Helicotylenchus* y *Meloidogyne* en una frecuencia del 100 y 50%, respectivamente (Tabla 2).

Con menor frecuencia se encontraron *Dorylaimus* spp., *Tylenchus* spp., *Aphelenchus* spp., y *Pratylenchus* spp., con una frecuencia de 27, 23, 14 y 5%, respectivamente (datos no mostrados). Estos resultados difieren ligeramente de los obtenidos por RINCÓN *et al.* (1989) en el Valle del Cauca, Cauca y Quindío, quienes obtuvieron para *Meloidogyne* spp., una frecuencia de 81 y 65% en suelo y raíces, respectivamente; además de una frecuencia de 86 y 29%, respectivamente para *Helicotylenchus* spp. La mayoría de los nematodos identificados en este estudio han sido reportados parasitando el sistema radical de la pitahaya (RINCÓN *et al.*, 1989; VIDAL & NIETO, 1989; VARÓN, 2006; ROJAS *et al.*, 2008), y otros cultivos de importancia económica como arroz, trigo, maíz, plátano, banano, maíz, yuca, sorgo, etc. (SIDDIQI, 2000; AGRIOS, 2005; CASTILLO & VOVLAS, 2008; y PERRY *et al.*, 2009). Los géneros

*Helicotylenchus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, también han sido encontrados por RINCÓN *et al.* (1989) y ARAUJO & MEDINA (2008), parasitando el sistema radical de la pitahaya.

**Tabla 2.** Población y géneros de nematodos fitoparásitos identificados en suelo y raíces de pitahaya amarilla en los departamentos de Quindío, Risaralda y Valle del Cauca, Colombia.

Finca	Muestra	Número total de nematodos fitoparásitos (100 g)	Géneros	
			<i>Helicotylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i> (J2)
Puerto Alegre	Raíces	1.200	960*	240
	Suelo	1.260	1.260	0
Patio Bonito	Raíces	410	410	0
	Suelo	1.458	1.458	0
María José	Raíces	9.300	9.300	0
	Suelo	3.060	3.060	0
El Descanso	Raíces	6320	3.678	2.642
	Suelo	397	270	100
La Francia	Raíces	4488	1.982	2.506
	Suelo	803	533	220
El Jardín	Raíces	900	900	0
	Suelo	435	315	0
La Isabela	Raíces	120	120	0
	Suelo	1260	1260	0
San Luis	Raíces	629	258	371
	Suelo	216	195	21
La Seca	Raíces	660	135	525
	Suelo	225	165	60
La Esperanza (1)	Raíces	321	81	240
	Suelo	102	74	23
La Esperanza (2)	Raíz	1.920	1.800	0
	Suelo	310	310	0
Alto Bonito	Raíces	4.154	3.877	277
	Suelo	900	858	0
La Esmeralda (R)	Raíces	815	815	0
	Suelo	30	30	0
La Luciérnaga	Raíces	2.924	2.580	0
	Suelo	1.800	1.800	0
La Gaviota	Raíces	3.000	3.000	0
	Suelo	3.240	3.240	0
Las Delicias	Raíces	600	200	200
	Suelo	100	50	50

Finca	Muestra	Número total de nematodos fitoparásitos (100 g)	Géneros	
			<i>Helicotylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i> (J2)
El Brillante	Raíces	6.000	6.000	0
	Suelo	1.440	1.440	0
La Cristalina	Raíces	4.640	4.560	120
	Suelo	720	720	0
La Esmeralda (D)	Raíces	2.520	2.405	115
	Suelo	1.260	1.260	0
La Cabaña	Raíces	1.280	1.037	153
	Suelo	229	207	6
Lisboa	Raíces	2.274	2.274	0
	Suelo	346	346	0
Bella Vista	Raíces	1.247	1.080	0
	Suelo	2.006	2.006	0
Frecuencia (%)			<b>100</b>	<b>50</b>

\*Número de nematodos/100g de raíces o suelo

Igualmente, los nematodos que se presentaron con mayor frecuencia, *Helicotylenchus* spp., y *Meloidogyne* spp., fueron los que tuvieron las mayores poblaciones, las cuales variaron de acuerdo al sitio de muestreo. En seis de las 22 fincas, es decir, en el 27%, las poblaciones de *Helicotylenchus* spp., oscilaron entre 3.000 y 9.300 nematodos/100g de raíces (Tabla 2). Esta última población se halló en la finca María José, vereda La Floresta, municipio de Balboa, departamento de Risaralda. Altas poblaciones de *Meloidogyne* spp., sólo se encontraron en las fincas El Descanso y La Francia, de la vereda Cedrales, municipio de Trujillo, departamento del Valle del Cauca, con valores de 2.642 y 2.506 estados juveniles (J2)/100g de raíces, respectivamente (Tabla 2). En general, en todas las fincas donde se realizó el estudio, *Helicotylenchus* spp., en relación con *Meloidogyne* spp., no sólo presentó mayor frecuencia, sino también mayores poblaciones. En las muestras de suelo, *Helicotylenchus* spp., asimismo presentó las poblaciones más altas en siete de las 22 fincas, es decir, en el 32%, con valores que oscilaron entre 1.260 y 3.240 nematodos/100g de suelo, correspondiendo esta última población a la finca La Gaviota, municipio de Roldanillo, departamento del Valle del Cauca (Tabla 2).

Las poblaciones anteriores fueron mayores y al contrario, a las obtenidas por RINCÓN *et al.* (1989), quienes encontraron poblaciones de *Meloidogyne* spp., con un promedio de 877 nematodos/g de raíces y 302 nematodos/100g de suelo, seguido por *Helicotylenchus* spp., con promedio de 42/g de raíces y 196 nematodos/100g de suelo. Los mayores valores obtenidos en este estudio en comparación a los obtenidos por RINCÓN *et al.* (1989), se debieron fundamentalmente a tres razones: primero; ellos recolectaron las muestras de raíces y suelo principalmente de plantas que mostraban síntomas de amarillamiento, flacidez y enanismo; mientras que en el presente estudio las plantas fueron recolectadas de todo el lote y sin tener selección especial por plantas; segundo, al método de extracción de Cobb modificado (1977) y BIRD (1971) que ellos utilizaron, pues en este trabajo fue el método de

centrifugación y flotación en azúcar; y tercero, a que las mayores poblaciones de *Meloidogyne* spp., encontradas por RINCÓN *et al.* (1989), se obtuvieron en los municipios de Candelaria, Pradera, Corinto, Santander de Quilichao y Cerrito, municipios no considerados en el presente estudio. Asimismo, las poblaciones fueron mayores que las obtenidas por CASTAÑO & SALAZAR (1987), quienes encontraron poblaciones de *Meloidogyne* spp., y *Helicotylenchus* spp., de 376 y 79 nematodos/10g de raíces, respectivamente, en cultivos de pitahaya en buen estado agronómico; y poblaciones similares a las halladas en cultivos en mal estado agronómico cuyos valores fueron de 3.743 y 207 nematodos/10g, respectivamente.

De igual manera, los resultados obtenidos en este trabajo difieren de los obtenidos por ARAUJO & MEDINA (2008), quienes no encontraron *Helicotylenchus* spp., en el municipio de Riofrío, mientras que en este estudio sí fue encontrado, diferencias atribuidas posiblemente a fincas distintas donde se recolectaron las muestras, al método de muestreo y al procedimiento de extracción de nematodos; siendo diferentes las fincas donde se recolectaron las muestras, ARAUJO & MEDINA (2008), encontraron *Helicotylenchus* spp., en muestras de suelo de los municipios de Bolívar, La Cumbre, El Dovio, Riofrío, Calima-Darién, Sevilla, Trujillo y Roldanillo, resultados que coinciden con los de este estudio donde se encontró *Helicotylenchus* spp., en todas las muestras de raíces y suelo (Tabla 2). Asimismo, CASTAÑO & SALAZAR (1987), encontraron a *Helicotylenchus* spp., como el nematodo con mayor frecuencia en muestras de suelo en los departamentos de Valle del Cauca, Cundinamarca, Quindío y Caldas, resultado que concuerda con los del presente trabajo.

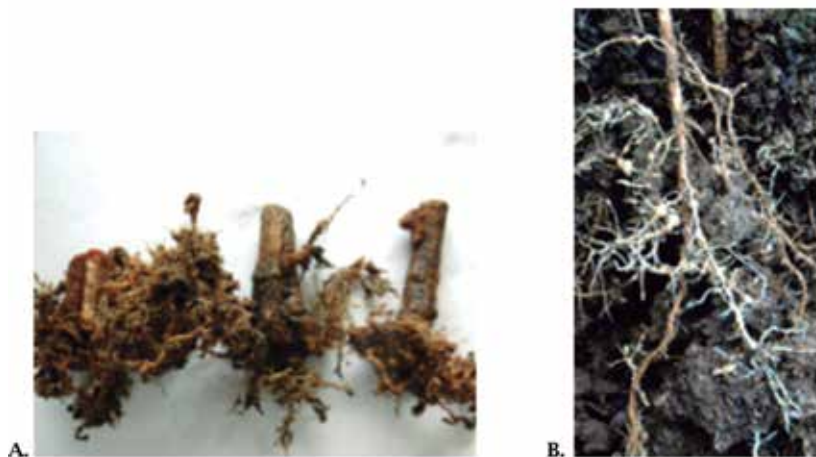
La presencia de *Helicotylenchus* spp., con una frecuencia del 100%, al igual que sus altas poblaciones en raíces y suelo comparado con los demás géneros de fitonematodos antes mencionados, demuestran cómo dicho nematodo en el cultivo de pitahaya, tiene mayor aptitud biológica para sobrevivir así como mejores oportunidades de alimentación en comparación con otros fitonematodos habitantes del suelo. Características relacionadas con su hábito alimenticio de ectoparásito, semi-endoparásito o endoparásito de raíces (LUC *et al.*, 2005). En pitahaya, *Helicotylenchus* spp., tiene al menos los hábitos alimenticios de ectoparásito y semi-endoparásito por haberse encontrado en raíces y suelo. Igualmente, producto del parasitismo, en la epidermis de las raíces produce lesiones pequeñas circulares de color café obscuras tornándose necróticas.

Hay que resaltar que *Helicotylenchus* spp., es un nematodo fitoparásito polífago y cosmopolita en áreas tropicales y sub-tropicales (SIDDIQI, 2000; LUC *et al.*, 2005), corroborando sus características biológicas para sobrevivir y su potencial como nematodo fitoparásito en cultivos como plátano, banano, arroz, maíz, etc. Según WILLMONTT *et al.* (1975), *H. dihystra* puede sobrevivir 6 meses en suelo almacenado en sacos de plástico a temperaturas tan altas como 18-24°C en bodegas y tan bajas como 1.1-4.4°C en refrigeradores. Esta capacidad de sobrevivir en el suelo a diferentes temperaturas y por varios meses, permiten al nematodo parasitar e incrementar sus poblaciones en las raíces secundarias ramificadas y superficiales de la pitahaya (ESSO AGRÍCOLA, 1988).

A pesar de ser registrado *Meloidogyne* spp., como el fitonematodo de mayor importancia en el cultivo de la pitahaya amarilla en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Caldas y Cundinamarca (RINCÓN *et al.*, 1989; VIDAL & NIETO, 1989; PALACINO, 1990; VARÓN, 2006; ARAUJO & MEDINA, 2008; ROJAS *et al.*, 2008), en este estudio se demuestra que el nematodo Espiral *Helicotylenchus*



spp., actualmente es el más importante, causando daños severos manifestados a través del encrespamiento de las raíces con ápices hinchados y dañados, con y disminución de raíces laterales (Figura 1A), daños diferentes a los primarios producidos por *Meloidogyne* spp., que son principalmente agallas o nudosidades donde se encuentran las hembras del nematodo (Figura 1B); y, similares a los síntomas secundarios ocasionados por *Meloidogyne* spp., que consisten en amarillamiento de tallos, flacidez y raquitismo de pencas, tallos angostos, detención del crecimiento y menor producción (RINCÓN *et al.*, 1989; VIDAL & NIETO, 1989; VARÓN, 2006; ROJAS *et al.*, 2008).



**Figura 1. A.** Tallos de pitahaya con extremos de raíces encrespadas e hinchadas, en hojarasca o aguzadas, aglomeradas, con extremos dañados, y disminución del sistema radical debido a la alimentación de *Helicotylenchus dihystrera*. **B.** Ramificaciones anormales con raíces primarias y secundarias hinchadas, acompañadas de agallas o nudosidades donde se encuentran las hembras de *Meloidogyne* spp.

Además, las altas poblaciones de *Helicotylenchus* spp., son una vía de entrada de otros microorganismos habitantes naturales del suelo como hongos y bacterias que al encontrar heridas o daños ocasionados por los nematodos fitoparásitos, pueden ingresar fácilmente al sistema radical y colonizar los haces vasculares, convirtiéndose en un factor predisponente de otros agentes causantes de enfermedades como *Fusarium oxysporum* agente causante de la pudrición basal y marchitez de la pitahaya, tal como lo demostraron ARAUJO & MEDINA (2008) en plantas de pitahaya; así como DUNCAN & MOENS (2006) en cultivos de banano, algodón, tabaco, papa, tomate y soya.

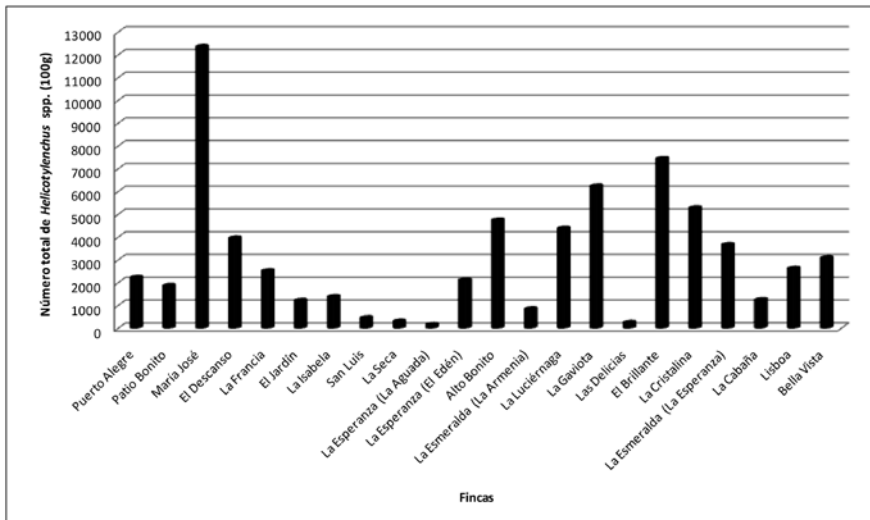
Según RINCÓN *et al.* (1989), CASTAÑO *et al.* (1989) y VIDAL & NIETO (1989), en el cultivo de pitahaya la mayor fuente de inóculo y diseminación de nematodos fitoparásitos son las plantas de almácigo, razón por la cual las medidas de manejo deben comenzar en este sitio. Como en el caso anterior y debido a las altas poblaciones de *Helicotylenchus* spp., y de *Meloidogyne* spp., encontradas en las fincas muestreadas, se deben realizar muestreos para determinar las poblaciones actuales que permitan tomar decisiones de manejo. Medidas preventivas como sembrar plantas en óptima calidad sanitaria además de la utilización de áreas

libres de nematodos (VIDAL & NIETO, 1989); son estrategias que contribuyen en el manejo apropiado de éstos.

Otros géneros de nematodos fitoparásitos encontrados con menor frecuencia y población (datos no mostrados) fueron: *Dorylaimus* spp., con 240 nematodos en 100g de raíces y suelo, *Tylenchus* spp., con 344, *Aphelenchus* spp., con 277, y *Pratylenchus* spp., con 120, en las fincas La Cristalina, La Luciérnaga, Alto Bonito y El Jardín, respectivamente. CASTAÑO & SALAZAR (1987), también encontraron con menor frecuencia y población a estos nematodos fitoparásitos; que difieren de los hallados por RINCÓN *et al.* (1989), quienes registraron la presencia de los géneros *Tylenchorhynchus*, *Trichodorus*, *Hoplotylus* y *Hemicycliophora*, nematodos que no fueron encontrados en la presente investigación, ni tampoco en el trabajo que realizó ARAUJO & MEDINA (2008), atribuido posiblemente a que las muestras fueron recolectadas en sitios diferentes.

A pesar que la frecuencia y población de los anteriores géneros fueron menores, es muy importante continuar el monitoreo de dichos nematodos fitoparásitos para evitar que puedan llegar a causar daño económico en el cultivo de la pitahaya, ya que, por ejemplo *Pratylenchus* spp., es un nematodo cosmopolita con amplio rango de hospedantes (CASTILLO & VOVLAS, 2008), que puede llegar a ser limitante en el cultivo de la pitahaya en la finca El Jardín del municipio de Riófrio, departamento del Valle del Cauca, donde fue registrado.

En las fincas estudiadas, se evidenció cómo la población total de *Helicotylenchus* spp. (Figura 4), presentó poblaciones superiores a 3.000 individuos/100g de raíces y suelo en nueve fincas, entre 1.000 y 3.000 individuos, en ocho fincas y el resto con menos de 1.000 individuos (Figura 2).



**Figura 2.** Población total del nematodo Espiral *Helicotylenchus* spp., en las 22 fincas estudiadas.

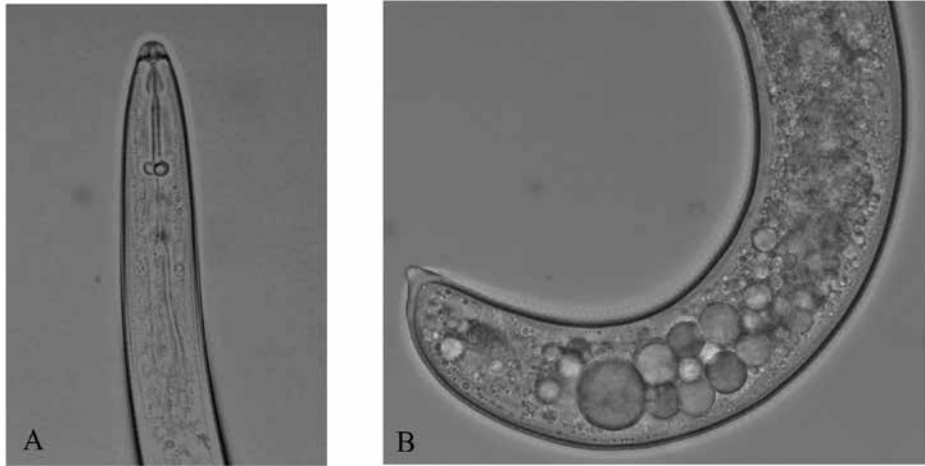
Resultados que demuestran cómo dicho nematodo fitoparásito es importante para el desarrollo vegetativo y productivo de la pitahaya amarilla en las áreas estudiadas. Asimismo, se resalta cómo muchas plantas no presentaban síntomas de nematosis en condiciones de campo, por lo cual se requiere realizar muestreos para conocer sus poblaciones y adoptar medidas de manejo apropiadas. Tales resultados coinciden con los obtenidos por RINCÓN *et al.* (1989), quienes demostraron que *H. dihystera* disminuye el sistema radical de la pitahaya cuando las poblaciones oscilan entre 5.000 y 10.000 individuos.

Debido a la importancia que está adquiriendo *Helicotylenchus* spp., en el área de estudio, se realizó la identificación de la especie, para lo cual se recurrió a caracteres morfológicos y morfo-métricos, utilizando las claves taxonómicas de WILLMONTT *et al.* (1975), FORTUNER (1987); MAI *et al.* (1996) y SIDDIQI (2000). Las características morfológicas de las hembras del nematodo fueron el cuerpo en espiral, estoma-estilete bien desarrollado, esófago dividido en tres partes con meta-corpus valvulado, desembocadura de glándula dorso-esofágica en pre-corpus, traslape dorsal del esófago con el intestino, región labial hemisférica, cola dorsalmente convexa-conoide con terminación estrecha y leve proyección, las cuales permitieron junto con la descripción morfo-métrica de la hembra (Tabla 3), identificar la especie *Helicotylenchus dihystera* (Figura 3). Esta especie, también fue registrada en el cultivo de la pitahaya por CASTAÑO *et al.* (1989), aunque tales autores no indican el procedimiento empleado para la identificación de la especie.

**Tabla 3.** Descripción de las características morfo-métricas de hembras de *Helicotylenchus dihystera* extraídas de suelo y raíces de pitahaya.

DESCRIPCIÓN HEMBRAS DE <i>Helicotylenchus dihystera</i>	Longitud (µm)
Longitud total del cuerpo	670
Longitud total del cuerpo dividido el máximo ancho del cuerpo	30
Longitud total de cuerpo dividido longitud del esófago	5.7
Longitud total de cuerpo dividido por la distancia desde la parte anterior (cabeza) a la posterior del esófago	4.7
Longitud total de cuerpo dividido por longitud de la cola	50
Longitud de la cola dividido ancho del cuerpo en la región anal	1.1
Posición de la vulva desde la parte anterior expresada como porcentaje de la longitud del cuerpo	65
Longitud estilete	26
Distancia del orificio de la glándula dorso esofágica desde la base del estilete expresada como un porcentaje de la longitud del estilete	47

Queda demostrado que el nematodo fitoparásito más importante en el cultivo de pitahaya amarilla en el área de estudio es el nematodo espiral *Helicotylenchus dihystera* (WILLMONTT *et al.*, 1975), debido a su distribución y población encontrada, seguido del nematodo del nudo radical *Meloidogyne* spp.



**Figura 3.** Características de la hembra del nemátodo fitoparásito *Helicotylenchus dihystra*. A. Región anterior (cefálica). B. Región posterior (cola).

Debido a los daños que causan *H. dihystra* y *Meloidogyne* spp., en el sistema radical, tales nematodos también puede ser un factor predisponente para que se presenten otros microorganismos fitopatógenos como el hongo *Fusarium oxysporum* (ARAUJO & MEDINA, 2008), haciéndose necesario monitorear sus poblaciones y comenzar a realizar un manejo integrado del cultivo.

Finalmente, la decisión o recomendación de un programa de manejo integrado de nematodos fitoparásitos debe basarse en el conocimiento de las especies de nematodos fitoparásitos, sus densidades poblacionales, fuente de inóculo en condiciones de almácigo y campo, además de los mecanismos de diseminación, base para la selección e implementación de medidas de manejo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del artículo agradecemos el valioso aporte científico del Dr. Jairo Castaño Zapata, profesor Titular de la Universidad de Caldas, por la revisión del documento; a la Dra. Sandra Milena García, gerente de ASOPPITAYA, por su contribución en la concepción y realización del presente estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G., 2005.- Plant pathology. 5ed. Nueva York: Elsevier Academic Press. p 922.
- ANGELFIRE., 2001.- El cultivo de pitahaya y su posicionamiento en el mercado. Obtenido en: febrero de 2009, Angelfire.com. Desde <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/pitaya.htm>
- ARAUJO, L. & MEDINA, O., 2008.- Reconocimiento de patógenos asociados al cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus melaganthus* Haw.) en el departamento de Valle del Cauca. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Microbiólogo. Universidad Popular del Cesar.
- CASTAÑO, O., & SALAZAR, H., 1987.- Reconocimiento de problemas fitosanitarios de la pitahaya en Colombia. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas, p. 50.

- CASTAÑO, S.; RINCÓN, A. & VARÓN, F., 1989.- Observaciones preliminares sobre el manejo de nematodos en pitahaya *Acanthocereus pitahaya*. ASCOLFI Informa 15(5): 48-49.
- CASTILLO, P. & VOVLAS, N., 2007.- *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management. Nematology Monographs and Perspectives Volume 6. Brill Leiden-Boston. p. 529.
- DE WAELE, D. & DAVIDE, R., 1998.- Nematodos noduladores de las raíces del banano, *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949 y *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. En: Plagas de Musa. Hoja divulgativa Número 3.
- DUNCAN, L. & MOENS, M., 2006.- Migratory endoparasitic nematodes. 2006. pp. 123-152. In: PERRY, R. N., MOENS, M. Plant Nematology, eds. CABI, Wallingford, UK.
- ESSO AGRÍCOLA, REVISTA., 1988.- El cultivo de la pitaya. No. 2 - Noviembre de 1988. p.12.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA., 1987. El cultivo de la pitaya. p.19.
- FORTUNER, R., 1987.- A reappraisal of Tylenchina (Nemata). 8. The family Hoplolaimidae Filip'ev, 1934(l). Revue Nématol. 10 (2): 219 -237.
- GOWEN, S.; QUÉNÉHERVÉ, P. & FOGAIN, R., 2005.- Capitulo 16: Nematodes Parasites of Bananas and Plantains. pp. 611-643. En: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Edited by: Luc, M., J. Sikora. y J. Bridge. 2005.
- HUNT, D.J., 1993.- Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: Their Systematics and Bionomics. CABI Bookshop.
- LUC, M.; SIKORA, R. & BRIDGE, J. 2005.- Plant Parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. 2nd Edition. p. 871.
- MAI, W.; MULLIN, P.; LYON, H. & LOEFFLER, K., 1996.- Plant parasitic nematodes. A pictorial key to genera. Fifth edition. Comstock Publishing Associates A Division of Cornell University Press. p. 277
- MAGGENTI, A.; LUC, M.; RASKI, D.; FORTUNER, R. & GERAERT, E., 1987.- A Reappraisal of Tylenchina (Nemata). 2. Classification of the suborder Tylenchina (Nemata: Diplogasteria). Revue Nématol. 10 (2): 135 -142.
- PALACINO, J.H., 1990.- Interacción entre *Glomus manihotis* y *Meloidogyne incognita* en pitaya amarilla y roja bajo condiciones de vivero. Cenicafé (Colombia) 41 (3): 80-90.
- PERRY, R. & MOENS, M., 2006.- Plant nematology. CAB International. London. p. 447
- PERRY, R.; MOENS, M. & STARR, J., 2009.- Root knot nematodes. CAB International. London. p.480
- RINCÓN, A.; CASTAÑO, S. & VARÓN F., 1989.- Reconocimiento y evaluación del daño de nematodos asociados con Pitahaya *Acanthocereus pitahaya*. ASCOLFI Informa 15(5): 46- 48.
- ROJAS, A.; REBOLLEDO, A.; KONDO, D.; TORO, J. & OROZCO, M., 2008.- Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*). Centro de Investigación Palmira, Plegable divulgativo. Noviembre de 2008. Palmira - Valle del Cauca.
- SIDDIQI, M.R., 2000.- Tylenchida: Parasites of plants and insects, 2nd Edition. CABI Bookshop. p.834
- THORNE, G., 1961.- Principles of nematology. New Cork, Mc Graw Hill, Book company. p. 553
- UNIVERSIDAD NACIONAL., 2008.- Universidad Nacional de Palmira tiene las mejores especies de pitahaya amarilla de Colombia. Obtenido en junio de 2009. Desde <http://www.universia.net.co/noticias/mas-noticias/universidad-nacional-de-palmira-tiene-las-mejores-especies-de-pitahaya-amarilla-de-colombia.html>.
- VARÓN, F., 2006.- Enfermedades del cultivo de la pitahaya y su manejo. Revista ASIAVA. pp. 17-21.
- VIDAL, G.M. & NIETO, L.E., 1989.- El nematodo de la nudosidad radical (*Meloidogyne* spp.) un limitante serio para la explotación de pitahaya. ASCOLFI Informa 15 (2): 15-16.
- WILLMONTT, S.; GOOCH, P.S. & SIDDIQI, M.R., 1975.- *Helicotylenchus dihystra*. C.I.H. Description of plant-parasitic nematodes, Set 1, No. 9. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.