

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) del corregimiento del Bajo Calima Buenaventura - Valle del Cauca

Luisa Fernanda Preciado Rayo

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agrarias
Palmira, Colombia
2024

Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) del corregimiento del Bajo Calima Buenaventura - Valle del Cauca

Luisa Fernanda Preciado Rayo

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Ciencias Agropecuarias

Director

Ph.D Eyder Daniel Gómez López

Codirector:

Ph.D Donald Heberth Riascos Ortiz

Línea de Investigación:

Protección de Cultivos

Grupo de Investigación:

Protección Vegetal para el Mejoramiento de la Productividad

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agrarias

Palmira, Colombia

2024

(Dedicatoria o lema)

A mi madre Sandra Rayo Asprilla por ser mi razón y principal motivación en este proceso académico.

Agradecimientos

A Dios por la llenarme de voluntad y resiliencia para culminar este proceso, a mi familia en general por sus consejos y apoyo emocional en todo momento, a mi pareja por su comprensión y acompañamiento.

Al director Eyder Daniel Gómez López por su guía, consejos y por confiar en esta investigación desde el principio, por darme un lugar en el Laboratorio de Diagnóstico Vegetal, para la culminación de este proceso.

Al codirector Donald Heberth Riascos Ortiz por su orientación vital en este esta investigación.

Al profesor Juan Carlos Rincón Flórez por permitir utilizar el Laboratorio de Biología Molecular.

A los compañeros del Laboratorio de Diagnóstico Vegetal David Velásquez Ortiz, Angela Liliana Rivera y al Profesor Carlos Alberto Huertas Davey por sus aportes, apoyo motivacional y su gran amistad.

Resumen

Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) del corregimiento del Bajo Calima, Buenaventura - Valle del Cauca

El chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) es un cultivo perenne del Pacífico colombiano, es considerado una fuente crucial para la economía y la alimentación. Sin embargo, enfrenta diferentes problemas fitosanitarios causados por agentes microbianos e insectos plagas, cuya dinámica y distribución en su mayoría son desconocidos. Con relación a los nematodos fitoparásitos, existe poca información e investigaciones que precisen los parámetros ecológicos, parasíticos, poblacionales, morfológicos y morfométricos de los géneros de mayor importancia en el cultivo de chontaduro, con el fin de proporcionar estrategias de manejo para los agricultores del distrito de Buenaventura. Por esta razón, esta investigación tuvo como objetivo reconocer los principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de chontaduro en el corregimiento del Bajo Calima, Buenaventura - Valle del Cauca. En este estudio se evaluó la incidencia y diversidad de nematodos fitoparásitos de cinco fincas con plantaciones de chontaduro de 3 a 10 años de edad. Se tomaron muestras de suelo y raíces, las cuales se procesaron siguiendo la metodología de tamizaje y decantación de Cobb modificado y maceración por licuadora, respectivamente. Posteriormente a la cuantificaron los nematodos, se realizó la caracterización morfológica y morfométrica de los géneros más prominentes, y se aplicaron análisis estadísticos para determinar la relación entre los caracteres más discriminantes. Se encontró que los géneros *Helicotylenchus*, *Mesocriconema* y *Xiphinema* fueron los más abundantes y distribuidos en las cinco fincas muestreadas. Estos análisis permitieron además la identificación de tres especies, *Helicotylenchus californicus*, *Xiphinema costarricense* y *Mesocriconema kirjanovae*.

Palabras clave: Parámetros ecológicos, *Helicotylenchus*, *Mesocriconema* y *Xiphinema*.

Abstract

Recognition of phytoparasitic nematodes associated with the chontaduro crop (*Bactris gasipaes* Kunth) in the Bajo Calima district of Buenaventura - Valle del Cauca

The chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) is a perennial crop of the Colombian Pacific, and is considered a crucial source of economic and food supply. However, it faces different phytosanitary problems caused by microbial agents and insect pests, whose dynamics and distribution are mostly unknown. With regard to phytoparasitic nematodes, there is little information and research on the ecological, parasitic, population, morphological and morphometric parameters of the most important genera in the chontaduro crop, in order to provide management strategies for farmers in the district of Buenaventura. For this reason, the objective of this research was to recognize the main genera of phytoparasitic nematodes associated with the chontaduro crop in the district of Bajo Calima, Buenaventura - Valle del Cauca. In this study, the incidence and diversity of phytoparasitic nematodes were evaluated in five farms with chontaduro plantations from 3 to 10 years of age. Soil and root samples were taken and processed following the modified Cobb sieving and decanting methodology and blender maceration, respectively. After the nematodes were quantified, morphological and morphometric characterization of the most prominent genera was carried out, and statistical analyses were applied to determine the relationship between the most discriminating characters. The genera *Helicotylenchus*, *Mesocriconema* and *Xiphinema* were found to be the most abundant and distributed in the five farms sampled. These analyses also allowed the identification of three species, *Helicotylenchus californicus*, *Xiphinema costarricense* and *Mesocriconema kirjanovae*.

Keywords: Ecological parameters, *Helicotylenchus*, *Mesocriconema* and *Xiphinema*.

Contenido

Introducción	1
1. Objetivos	3
1.1 Objetivo General	3
1.2 Objetivos Específicos.....	3
2. Revisión de literatura	4
2.1 Importancia del chontaduro.....	4
2.2 Distribución geográfica y origen	4
2.3 Clasificación taxonómica.....	5
2.4 Descripción botánica y morfológica.....	5
3. Características de nematodos fitoparásitos	6
3.1 Morfología.....	6
3.2 Anatomía	6
3.3 Ciclo de vida	7
3.4 Daños que causan los fitonematodos	7
3.5 Reportes de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	8
4. Materiales y métodos	8
4.1 Localización	8
4.2. Materiales y métodos.....	9
4.3 Fase de campo	9
4.3.1 Selección de las fincas	9
4.3.2 Colecta de muestras.....	9

4.4 Fase de laboratorio	10
4.4.1 Extracción de nematodos fitoparásito de suelo.....	10
4.4.2 Extracción de nematodos fitoparásitos en raíces.....	10
5. <i>Análisis de los parámetros ecológicos, parasíticos y poblaciones de la nematofauna asociada al cultivo</i>	11
5.1 Cuantificación e identificación de los nematodos fitoparásitos en suelos y raíces.	11
5.2 Caracterización morfométrica y morfológica para la identificación de los géneros de nematodos fitoparásitos.....	11
6. <i>Análisis estadístico</i>	12
7. Resultados	12
7.1 Identificación y cuantificación de las poblaciones de nematodos fitoparásitos en el estudio.....	12
7.2 Parámetros ecológicos, parasíticos y poblaciones nematodos fitoparásitos.....	12
7.3 Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Helicotylenchus</i>	15
7.4 Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Mesocriconema</i>	20
7.5 Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Xiphinema</i>	25
Descripción morfológica y morfométrica del nematodo de estudio:	26
8. Discusión de resultados	33
9. Conclusiones	37
10. Recomendaciones	38
<i>Referencias</i>	40

Lista de figuras

- Figura 1.** Ubicación geográfica del corregimiento Bajo Calima del Municipio de Buenaventura. Fuente: Consejo Comunitario de la Etnia Negra de la Cuenca Baja del Río Calima, (2022)..... 9
- Figura 2.** *Helicotylenchus californicus*. A) Habito post-muerte del cuerpo de una hembra adulta *Helicotylenchus*. B) Parte anterior del cuerpo, exponiendo el DGO. C) Vulva de una hembra adulta. D) Cuerpo medio. E) Ano, ani-c (anillo de la cola y cola con mucrón prolongado. 17
- Figura 3.** Dendrograma obtenido por el análisis de conglomerados para clasificar las poblaciones del Bajo calima y las especies de referencias *H. multinctus* (HM), *H. dihystra* (HD), *H. erythrinae* (HE) y *H. californicus* (HC). 19
- Figura 4.** *Mesocriconema kirjanovae*. A) *Habitus-post-mortem* y cuerpo entero en posición ventral. B) vu (Vulva), u-ani (Último anillo de la región posterior del cuerpo). C) ano, c (cola), lsv (labio superior vulval de la región posterior del cuerpo). D) Parte anterior del cuerpo, L (región labial), Bm (bulbo medio), Is (ismo), Bb (bulbo basal). E) cuerpo medio. Escala 20 μm 21
- Figura 5.** Población de estudio (Buenaventura) y poblaciones de referencia del género *M. kirjanovae* (Marc2012; Cast1992; landra62). Poblaciones del género *M. ozarkense* (Ozark201), *M. sphaerocephalum* (Sha2014), *M. ornatum* (Orna2001) y *M. Juliae* (Julia). 24
- Figura 6.** A) Parte anterior del cuerpo de la hembra, bridas (br). B) bulbo basal (bb), Unión-esófago intestino (UEI). C) Odontoestilete (Od-sty), anillo guía (gr). D) Parte posterior de la hembra, cola (c), cola hialina (ch). E) Vulva (v). F) Parte anterior región labial. G) Región caudal, ano (a). H) I) J) Rama genital femenina (Rg). Escala de medidas 20 μm 28
- Figura 7.** A) Parte anterior del estado J3. B) Parte de faríngea, bulbo basal (bb), remplazo del odontoestilete (R_odn-sty). C-E) Cola estado juvenil 2 y estado juvenil 3. D) Región labial estado juvenil 3. F) Anillo guía. Escala de medidas 20 μm 29

Figura 8. Población de estudio (Buenaventura) y las especies de referencia *X. surinamense* (*surinamense*; *surinam2*) *x. costaricense* (*costaric*; *costari2*) y *X. celtiense*.30

Lista de tablas

Tabla 1. Ubicación geográfica de las fincas de muestreo.	9
Tabla 2. Parámetros ecológicos y parasíticos de fitonematodos asociados a las raíces de chontaduro.	13
Tabla 3. Parámetros ecológicos y parasíticos de fitonematodos asociados a suelo rizosférico de chontaduro.	13
Tabla 4. Parámetros ecológicos y parásitos de los nematodos fitoparásitos en muestras de suelo y raíces en las fincas del Bajo calima.	13
Tabla 5. Datos morfológicos de la población estudiada y de referencia <i>Helicotylenchus californicus</i>	17
Tabla 6. Datos morfológicos de diferentes especies de referencia del <i>Helicotylenchus</i> . ..	18
Tabla 7. Valores propios y varianza total para cada componente principal.	19
Tabla 8. Correlaciones entre los primeros cuatro componentes principales y los parámetros morfométricos de hembras en <i>Helicotylenchus</i>	19
Tabla 9. Datos morfológicos de las poblaciones de estudio y de referencia de <i>Mesocriconema kirjanovae</i>	21
Tabla 10. Datos morfométricos de diferentes poblaciones del género <i>Mesocriconema</i> . ..	23
Tabla 11. Valores propios y varianza total para cada componente principal.	24
Tabla 12. Correlaciones entre los primeros cuatro componentes principales y los parámetros morfométricos de hembras en <i>Mesocriconema</i>	24
Tabla 13. Comparación y descripción de las poblaciones de estudio y la especie <i>X. costarricense</i> de Loof & Luc, (1990).	27
Tabla 14. Datos morfométricos de la población del estudio y las de referencia de hembras adultas del género <i>Xiphinema</i>	29
Tabla 15. Valores propios y varianza total para cada componente principal.	31
Tabla 16. Correlaciones entre los primeros tres componentes principales y los parámetros morfométricos de hembras en <i>Xiphinema</i>	31

Introducción

La palma de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) pertenece a la familia de las *Areacaceae* y es la única palma totalmente domesticada del Neotrópico desde la época precolombina (Buitrago-Acosta et al., 2022; González-Jaramillo et al., 2022). Esta especie es originaria de América y fue domesticada en la región amazónica (da Costa et al., 2022). Actualmente es cultivada por pequeños agricultores en sistemas agroforestales, pero también puede encontrarse en monocultivos (Graefe et al., 2013). La palma de chontaduro está distribuida por toda la cuenca del Amazonas de Brasil, Colombia, Ecuador y Perú, y en zonas húmedas tropicales de Centroamérica (CABI, 2019). Es conocida comúnmente como Pupunha en Brasil, Tembé en Bolivia, Chontaduro y Cachipay en Colombia, Pejibaye en Costa Rica, Chontaduro en Ecuador, Pibá en Panamá, Pijuayo en Perú y Gachipaes en Venezuela (González-Jaramillo et al., 2022). Este cultivo tiene gran importancia económica en varios países del continente americano, siendo su fruto y el palmito los productos más importantes encontrados en el mercado (Campos-Boza et al., 2022). Brasil, Colombia, Perú y Costa Rica son los mayores productores de chontaduro (Graefe et al., 2013). En Colombia, se estima una producción de chontaduro de 77,701 ton con una superficie de siembra de 13,312 ha (Agronet, 2022). La mayor parte de la producción (73 %) se localiza en la costa Pacífica, mientras que el 22 % se cultiva en la región amazónica y el 5 % restante en otras regiones del país. La producción de chontaduro se concentra en cinco departamentos, Cauca (28,257 ton), Putumayo (17,210 ton), Guaviare (8,605 ton), Chocó (8,424 ton) y Valle del Cauca (1,436 ton) (Agronet, 2022). La producción del Valle del Cauca representa el 1,84 % de la producción nacional, y Buenaventura es el municipio que más aporta a la producción del departamento, con el 99,7 % (Serrano & Guaran, 2019).

La mayoría de proyectos productivos de *Bactris gasipaes* en Centro y Suramérica son relativamente recientes, por tanto, la información de plagas y enfermedades es escasa. Aunque se tiene conocimiento de algunas plagas, vertebrados, malas hierbas y algunas enfermedades que afectan al cultivo. Sin embargo, la información sobre nematodos

fitoparasitos es limitada, las pocas investigaciones realizadas han identificado la presencia de los géneros *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Pratylenchus*, *Criconemella*, *Boleodorus*, *Aphelenchoides*, *Bastria*, *Xiphinema*, *Meloidogyne*, *Dolichodorus*, y las especies *Helicotylenchus dihystera*, *Rotylenchulus reniformis*, *Xiphinema setariae* y *Xiphinema vulgare* en muestras de suelo y raíces de cultivos de Brasil y Costa Rica (Mora & Gainza, 1999; Oliveira et al., 2003; Arroyo et al., 2004; Santos et al., 2016).

En la región Pacífica el chontaduro es una especie de gran importancia social y económica, su fruto es un alimento básico y una fuente de ingresos a través de su comercialización. Sin embargo, este cultivo enfrenta problemas fitosanitarios causados por plagas como *Rhynchophorus palmarum* (Pardo-Locarno et al., 2019) y enfermedades fúngicas y bacterianas ocasionadas por *Colletotrichum* sp. y *Erwinia* sp. (Arroyo et al., 2004), esto ha llevado a la desaparición de cultivos establecidos. Actualmente no se tiene registro de los géneros y especies de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de chontaduro en Colombia. Sin embargo, en la región de Buenaventura, la agricultura se desarrolla en sistema agroforestales que combinan cultivos agrícolas, árboles maderables, frutales y gramíneas como plátano y banano (*Musa* spp.), chontaduro (*Bactris gasipaes*), borojó (*Alibertia patino*), palma de coco (*Cocos nucifera*), cedro (*Cedrela odorata*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y papa china (*Colocasia esculenta*) (ADR, 2019). Por lo cual, en la región del Valle del Cauca y en Colombia se han realizado varias investigaciones recientes en *Musa* spp., en donde se ha encontrado la presencia de nematodos fitoparásitos como *Radopholus similis*, *P. araucensis*, *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. acrita*, *M. hispánica*, *H. multicinctus*, *H. dihystera*, *H. erythrinae*, *H. californicus*, *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchorynchus* y *Paratylenchus* (Múnera, 2008; Múnera et al., 2009; Riascos et al., 2019a y b; Riascos et al., 2020; Riascos et al., 2021).

Con el propósito de aportar al conocimiento de la nematofauna parasítica de chontaduro en el municipio de Buenaventura, Colombia, en el presente estudio se planteó como objetivos: analizar, en primer lugar, las características morfológicas y morfométricas de los géneros de nematodos fitoparasitos más prominentes presentes en el cultivo de chontaduro del municipio de Buenaventura, y en segundo lugar determinar el nivel poblacional de los géneros de nematodos fitoparásitos registrados durante este estudio.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Reconocer los principales géneros de nematodos fitoparásito asociados al cultivo de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) en el corregimiento del Bajo Calima, Buenaventura - Valle del Cauca.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar y cuantificar las poblaciones de nematodos fitoparásitos presentes en el corregimiento del Bajo Calima (Buenaventura, Valle del Cauca).
- Analizar los parámetros ecológicos, parasíticos y poblacionales de la nematofauna asociada al cultivo.
- Caracterizar morfológica y morfométricamente los géneros de los parásitos de mayor prominencia.

2. Revisión de literatura

2.1 Importancia del chontaduro

El chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) pertenece a la familia de las *Arecaceae* y es una monocotiledónea, distribuida en las regiones tropicales y subtropicales, su epicentro natural es en áreas amazónicas. Es un cultivo próspero y afín a los bosques húmedos y hasta una altura de 1800 msnm, con precipitaciones de 2.000 a 6.000 mm distribuidas regularmente en todo el año Tamayo, (2010).

La importancia de esta fruta radica en su valor nutricional, a la composición de ácidos grasos y en el potencial agroindustrial que contribuye a la seguridad alimenticia y el desarrollo rural de las zonas donde se cultiva, la pulpa de este fruto contiene un promedio de proteínas de 3,2 %; fibra de 9,8 %; lípidos 31,5 %; vitaminas C 20,7 mg/100 g; vitamina A 1,026 UI/100 g; calcio 39,8 mg/100 g; fósforo 78,6 mg/100 g; hierro 2,4 mg/100 g y potasio 519 mg/100 g, también presenta alto contenido de ácidos grasos específicamente ácidos oleico con un 46,8 % y ácido linoleico 34,4 % los cuales son beneficiosos para la salud cardiovascular Espinosa et al., (2019). Al transformar este fruto en productos de harina este no pierde las propiedades fisicoquímicas y nutricionales Montealegre, (2020).

Según Hernández-Saavedra, (2009), el chontaduro es un componente esencial de la cultura pacífica colombiana, cuenta con unas bondades enormes en aportes nutricionales y reafirma que este fruto posee altos contenidos de proteínas, aceites, vitaminas y minerales para el consumo humano.

Por otro lado, se ha evaluado el uso de la cáscara de chontaduro como alimento para pollo de engorde, siendo una buena alternativa de alimentación para los pequeños productores, mejorando la pigmentación de la carne, reduce costos de producción y no afecta el rendimiento de los pollos Campo-Gaviria et al., (2017).

2.2 Distribución geográfica y origen

La palma que popularmente se identifica en los territorios del Pacífico y las selvas tropicales como chontaduro pertenece al género *Bactris* de la subfamilia *Arecoideae*. El cual se encuentra ampliamente distribuido en las regiones del neotrópico con una amplia abundancia en América Central, del Sur y el Caribe. Por su parte, el chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) presenta una amplia distribución desde Bolivia hasta el noreste de Honduras y desde la desembocadura del río Amazonas y las Guayanas a la costa del Pacífico de Ecuador y Colombia Medina, (2017). Hace parte de la familia *Arecaceae* es uno de los grupos más categóricos de plantas tropicales que consta de aproximadamente 2800 especies subdivididas en cinco subfamilias: *Calamoideae*, *Nypoideae*, *Coryphoideae*, *Ceroxyloideae*.

Esta palma fue reconocida y mencionada por los colonizadores españoles que visitaron el nuevo continente y evidencias antropológicas y botánicas revelan que “el chontaduro” en las poblaciones nativas del trópico húmedo americano fue de gran importancia para la alimentación y cultivo primitivo para el hombre americano, para estas poblaciones este fruto reemplazaba al maíz por su sabor y versatilidad (Rios & Pedersen, 1991).

2.3 Clasificación taxonómica

Nombre científico: *Bactris gasipaes* (HBK)

Nombre común: Chontaduro, Pijuayo, Pejinaye, Pupunha

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Espadiciflorineas

Familia: Arecaceae

Subfamilia: Arecoideae

Tribu: Cocoseae

Subtribu: Bactridinae

Género: *Bactris*

Especie: *gasipaes*

Fuente: (Corpoica, 1996)

2.4 Descripción botánica y morfológica

La palma de chontaduro puede alcanzar una altura de 16 hasta 20 m y su tallo o estípite alcanza un diámetro desde 10 a 25 centímetro, algunas variedades poseen espinas negras, fuertes y puntiagudas las cuales están ubicadas en zonas circulares en los anillos entre las cicatrices de las hojas, miden hasta 8 a 10 cm de longitud y son quebradizas cuando han completado su desarrollo (Corpoica, 1996).

Las hojas crecen en forma de espiral que recubre todo el tallo, generalmente poseen espinas en el raquis más cortas y delgadas que las del estípite, las hojas que se encuentran en el centro forman lo que se le conoce como “palmito”, las hojas alcanzan una longitud

de 2,0 a 4,0 metros en una palma adulta y de ancho entre 30 a 50 cm (Ríos & Pedersen, 1991).

Según Isaac & Hinestroza, (2019) y Peña et al., (2014) las flores son de color beige, crecen en racimos protegidos por espinas, su crecimiento inicia en los tres a cuatro años de edad de la palma. Los frutos se clasifican como drupas, presentan unas características de forma, color y tamaño dependiendo del ecotipo, generalmente pueden pesar entre 15 y 200g y medir entre 2,5 y 4,5 cm de diámetro (Peña et al., 2014).

Las raíces del chontaduro son laterales, superficiales y abundantes, se adaptan a suelos con baja fertilidad, crean una red densa de aproximadamente 10 metros de diámetro, de textura fibrosa (Corpoica, 1996). El sistema radical se conforma por raíces primarias que se pueden encontrar hasta 1,20 centímetros de profundidad, en un estado de desarrollo “de lignificación o viejas” y cumpliendo una función únicamente de anclaje; las secundarias se localizan hasta un metro de profundidad en un proceso de desarrollo de “viejas en proceso de lignificación” y su función básicamente es de almacenamiento de agua aun siendo funcionales y sirviendo de anclaje; las terciarias hasta 60 cm y las cuaternarias son poco profundas por lo general se encuentran los 40 cm del perfil del suelo, por lo general las raíces cuaternarias están en un estado de desarrollo “joven o nuevas” y son completamente funcionales para el desarrollo de la palma, representa un color crema y de consistencia blanda; cabe mencionar que independientemente del sistema de asociación de cultivo el sistema radical del chontaduro es superficial (Ortega et al., 2004).

3. Características de nematodos fitoparásitos

3.1 Morfología

Los nematodos fitoparásitos pueden sobrevivir en casi todos los hábitats o ambientes, la mayoría de ellos son microscópicos y miden entre 300-1000 μm de largo y entre 15-35 μm de ancho. Se conocen alrededor de 4,105 especies de nematodos fitoparásitos los cuales representan pérdidas económicas anuales hasta del 14 %, equivalente a \$80 billones de dólares en cultivos como musáceas, gramíneas, hortalizas y frutas (Guzmán et al., 2012; Campo-Arana, 2014). Los nematodos se definen como organismo vermiformes no segmentados o también llamados “gusanos redondos” y con apariencia translúcida, estos mesoorganismos se diferencian o caracterizan por tener una región anterior “cabeza”, con un estoma o aparato bucal hueco, también conocido como lanza “estomato-estilete u odontoestilete”, aunque dependiendo el género o la especie este puede sufrir modificaciones conocido como “onquioestilete”. El estilete es fundamental en el rompimiento o perforación de las células en las plantas y por medio de este extraen o succionan los nutrientes necesarios para su desarrollo, de esta manera producen heridas que facilitan la entrada a otros microorganismos como hongos y bacterias fitopatógenos que causan también enfermedades (Peña & Páez, 2014).

3.2 Anatomía

El cuerpo de los nematodos posee una pared llamada cutícula la cual está constituida por la hipodermis y capa muscular, esta estructura se caracteriza por ser hialina y semipermeable a líquidos y gases, su función es la protección a condiciones adversas a

las que se pueda enfrentar el nematodo (Taípe, 2018), dicha cutícula recorre el cuerpo extendiéndose desde la boca hasta la vulva (hembras) o en su defecto hasta la cloaca (machos) (Peña & Páez, 2014). El sistema digestivo se encarga de absorber los alimentos, este se divide en tres regiones: estomodeo, mesenteron y proctodeo. El estomodeo cumple una función vital para el sostenimiento y permite la movilidad del estilete, esta primera región inicia en la boca, continua por la cavidad bucal y termina en el tubo basal. En cambio, el mesenteron o intestino, su principal función es la asimilación de nutrientes esenciales como glucógeno, proteínas y grasas, inicia en el bulbo basal hasta el pre-recto, y está ubicado en la parte media del cuerpo del nematodo. Finalmente, el proctodeo comprende la terminación del intestino e inicio del recto (González, 2013).

3.3 Ciclo de vida

El ciclo de vida es similar entre los nematodos fitoparásitos (Jara, 2018). Este desarrollo biológico inicia con la formación del huevo por parte de la hembra, estos son depositados, en el suelo o en la superficie de la raíz donde esperan las condiciones ambientales adecuadas para su posterior eclosión; a este estadio se le denomina estadio juvenil (J1). El segundo estadio juvenil (J2), ocurre en el rompimiento del huevo y cuando entra en contacto con las raíces de la planta, este estadio se le conoce como infectivo, es variable dependiendo del género ya que en este estado de desarrollo del nematodo es cuando tiene la habilidad de penetrar en las puntas de las raíces a través de las células epidermales no suberizadas, moviéndose dentro de este órgano de la planta causando la destrucción de las células ubicada de la parte cortical. El tercer estadio juvenil (J3) son menos activos que el (J2) y tienden a volverse sedentarios dentro de la raíz. El cuarto estadio (J4) generalmente ocurre en la raíz o en el suelo, se caracteriza por su inmovilidad dando la impresión de estar muertos, este estadio se les considera nematodos adultos, en donde su morfología y anatomía se encuentra bien desarrollada y diferenciada, los machos son delgados y vermiformes comúnmente se encuentran en estado libre en la rizósfera de la planta y las hembra por lo contrario son hinchadas debido al incremento de sus gónadas o por su alimentación y pueden encontrarse dentro del tejido del huésped o en el suelo (González, 2013; Taípe, 2018).

3.4 Daños que causan los fitonematodos

Los nematodos interactúan con las raíces como con los órganos aéreos de la planta; estas interacciones ocasionan una serie de daños, estos son provocados por la secreción de saliva en los tejidos de las plantas durante el proceso de alimentación (Jara, 2018). En este proceso el nematodo ocasiona un debilitamiento y la muerte en los extremos de las raíces y las yemas, provocando la formación de lesiones y rompimiento de tejidos, abultamientos, agallas, arrugamiento y deformación en tallos y hojas (Peña & Páez, 2014). Además del alargamiento anormal de la célula (hipertrofia) o la supresión de la división celular, lo que resulta en la formación de agallas (hiperplasia) de un gran número de raíces laterales cerca de los sitios de infección.

3.5 Reportes de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth)

Son pocas las investigaciones realizadas sobre nematodos fitoparasitos en el cultivo de chontaduro en la región de Buenaventura y en el corregimiento del Bajo calima. Por lo cual, se desconoce la interacción frente al huésped y las posibles afectaciones que generen en el desarrollo fisiológico y productivo del cultivo.

Estudios realizados por Arroyo et al., (2004) reportaron la dinámica poblacional de la nematofauna asociada a las diferentes variedades de chontaduro, en donde identificaron los nematodos fitoparasitos: *Helicotylenchus* spp., *Criconemella* spp., *Xiphinema* spp., *Tylenchus* spp., *Ditylenchus* spp., *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp. Evidenciándose un mayor nivel poblacional del género *Helicotylenchus*.

En palmeras, no se ha identificado enfermedades limitantes causadas por nematodos, excepto las ocasionadas por *Rhadinaphelenchus cocophilus* y su insecto vector *Rhynchophorus palmarum*, el cual causa la enfermedad del anillo rojo. Otro nematodo fitoparasito registrado que afecta a palma arecanut, el coco y la palma de aceite, es *Radopholus similis*, en donde son colonizadas progresivamente, aunque no se tiene claridad sobre la sintomatología (Luc et al., 1990; Mekete et al., 2008).

Otro nematodo fitoparásito reportado es *Bursaphelenchus cocophilus*, un nematodo endoparásito migratorio obligado, es el agente causal de la enfermedad conocida como anillo rojo, afecta principalmente la palma de aceite, el cocotero y algunas otras especies entre ellas el chontaduro, cuyo vector principal es el picudo americano *Rhynchophorus palmarum* (Sáenz, 2005).

4. Materiales y métodos

4.1 Localización

La investigación se llevó a cabo en el Consejo Comunitario del Bajo Calima, corregimiento del Distrito de Buenaventura en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. Este corregimiento se ubica en la subregión centro del pacífico colombiano y está declarado como reserva forestal, su principal actividad económica es de carácter agropecuario, sus principales cultivos son las Musáceas, el Chontaduro, el Maíz, el Borojón, la Caña de azúcar, la Papachina, entre otros. La zona esta ubicada a 72 m.s.n.m, con una precipitación anual de 7159 mm, una temperatura promedio es de 26,5 ° C, una humedad relativa promedio de 88 % y un brillo solar de 712 horas/año (Hurtado, 2009). El análisis de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio de Diagnóstico Vegetal de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

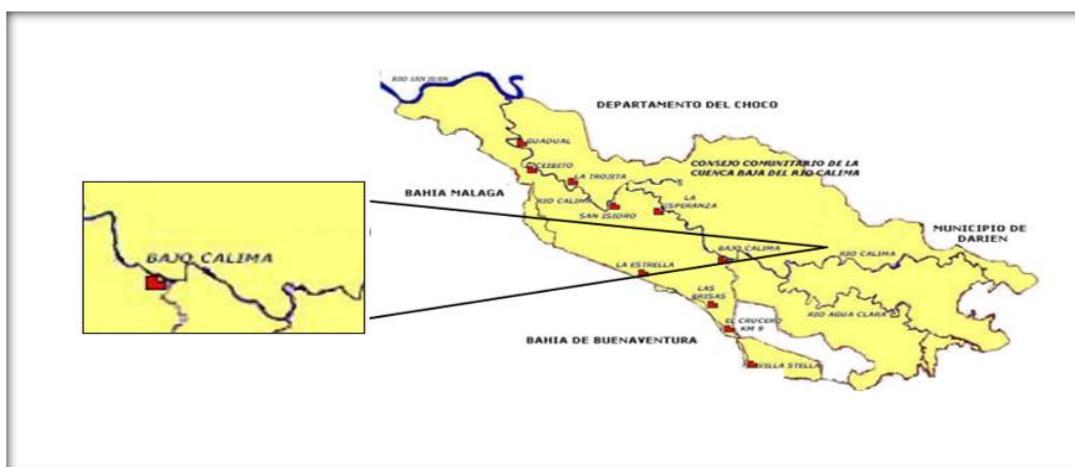


Figura 1. Ubicación geográfica del corregimiento Bajo Calima del Municipio de Buenaventura. Fuente: Consejo Comunitario de la Etnia Negra de la Cuenca Baja del Río Calima, (2022).

Tabla 1. Ubicación geográfica de las fincas de muestreo.

Municipio	Corregimiento	FINCAS	Muestras HA	Latitud	Longitud	
Buenaventura	Bajo Calima	1	4.8	1	3°59'56.87052"	76°57'35.02764
		2	4.8	1	4°0'1.9386"	76°57'40.93236
		3	4.8	1	3°59'56.29128	76°57'45.03996
		4	4.8	1	3°57'20.78784	76°58'32.09916
		5	4.8	1	3°57'20.78784	76°58'32.09916

4.2. Materiales y métodos

Este trabajo se dividió en tres fases, en la fase de campo se realizó el muestreo de las fincas, la segunda denominada laboratorio, se procesaron las muestras, se identificó y cuantificó poblaciones de nematodos de raíces y de suelo rizosférico. Por último, la fase de análisis de datos, que incluyó caracterización morfológica y morfométrica de los géneros de mayor prominencia y el análisis estadístico.

4.3 Fase de campo

4.3.1 Selección de las fincas

Se seleccionaron cinco fincas con cultivos de chontaduro de 3 y 10 años de edad ubicadas en el corregimiento del Bajo Calima, en el municipio de Buenaventura, Valle del Cauca.

4.3.2 Colecta de muestras

Se realizaron recorridos en zigzag cubriendo todo el cultivo de chontaduro, con el fin de tomar 20 submuestras por palmas/hectárea. Las submuestras de suelo rizosférico y raíces se tomaron a una profundidad de 0 a 40 cm. Posteriormente se homogenizó el suelo y se almacenó en bolsas plásticas. Cada muestra estuvo compuesta de aproximadamente 1 kg

por finca. Las muestras fueron rotuladas con el nombre de la finca, ubicación, fecha de recolección y posteriormente llevadas al laboratorio para su procesamiento.

4.4 Fase de laboratorio

4.4.1 Extracción de nematodos fitoparásito de suelo

Para la extracción de nematodos de las muestras de suelo se siguió el método de tamizaje y decantación de Cobb modificado (agitación, filtración y decantación). Ravichandra (2014) y Varón & Castillo (2001) afirman que:

Para la recuperación de nematodos fitoparásitos de plantas vivos y móviles, se suspendieron 100 cc de suelo en 1,5 L de agua y se homogenizó por un lapso de 5 minutos. La suspensión se dejó reposar durante 10 segundos y transcurrido este tiempo se filtró en una columna de tamices de 30, 270, 325 y 400 mesh. El suelo retenido en los tamices 325 y 400 mesh se re-suspendió en 100 cc de agua. Posteriormente, la suspensión se colocó sobre una capa de papel filtro contenido en un tamiz de decantación de 20 mesh. Para finalizar, el tamiz de decantación con el suelo se colocó sobre un plato de decantación, al cual se le adicionó 200 cc de agua aproximadamente hasta cubrir superficialmente el suelo y se dejó en reposo durante 48 horas.

4.4.2 Extracción de nematodos fitoparásitos en raíces

Para la extracción de nematodos fitoparásitos en raíces se siguió la metodología (maceración o de licuadora) propuesta por Ravichandra (2014) y Varón & Castillo (2001):

Para extraer fitonematodos endoparásitos migratorios y sedentarios, a las raíces colectadas se le retiraron las partículas de suelo, después, las raíces se fraccionaron en sesiones de 1-2 cm de longitud, para luego tomar 10 g para ser suspendidos y licuados en un volumen de 50 cc de agua por espacio de 30 seg intermitentemente por cinco veces. La suspensión resultante se pasó por una columna de tamices de 30, 270, 325 y 400 mesh. Las raíces retenidas en los tamices 325 y 400 mesh se resuspendieron en 100 cc de agua. Posteriormente, la suspensión se colocó sobre una capa de papel filtro contenido en un tamiz de decantación. Finalmente, el tamiz de decantación con las raíces se colocó sobre un plato de decantación, el cual se llenó con un volumen de agua de 200 cc aproximadamente hasta cubrir superficialmente los fragmentos de raíces y se dejó en reposo durante 48 horas.

5. Análisis de los parámetros ecológicos, parasíticos y poblaciones de la nematofauna asociada al cultivo

5.1 Cuantificación e identificación de los nematodos fitoparásitos en suelos y raíces

Para el conteo de nematodos se usaron las cámaras de cuantificación en las cuales se depositaron alícuotas de 3 ml, y por medio del microscopio se identificaron los géneros con la ayuda de las claves de (Bongers & Esquivel, 2015). Cabe mencionar que para cada muestra se realizó tres montajes equivalentes a tres repeticiones y para cada suspensión se realizaron tres lecturas por repetición para el final promediar un total de 9 lecturas por muestra.

Con los datos registrados se determinaron parámetros ecológicos: frecuencia absoluta (F. Ab.) y relativa (F.R.); densidad absoluta (D. Ab.) y relativa (D.R.); valor de prominencia (V.P.) y valor promedio relativo (Vr), también se analizó la densidad poblacional (Máxima y mínima y promedio) Norton, (1979).

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{NÚMRO DE MUESTRAS CON EL NEMATODOS} * 100}{\text{TOTAL DE MUESTRAS EVALUADAS}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{FRECUENCIA ABSOLUTA}}{\sum \text{FRECUENCIA ABSOLUTADA DE TODOS LOS NEMATODOS}} * 100$$

Densidad absoluta = Número promedio de individuos del nematodo en 100 cc de suelo o 10 g de raíces

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{DENSIDAD ABSOLUTA DEL NEMATODO}}{\sum \text{DENSIDAD ABSOLUTA DE TODOS LOS NEMATODOS}} * 100$$

$$\text{Valor de prominencia absoluto} = \text{Densidad absoluta} * \sqrt{\text{frecuencia absoluta}}$$

$$\text{Valor de prominencia relativa} = \frac{\text{valor de prominencia absoluta del nematodo}}{\sum \text{valor de prominencia de todos los nematodos}} * 100$$

5.2 Caracterización morfométrica y morfológica para la identificación de los géneros de nematodos fitoparásitos

Los géneros con mayor valor de prominencia relativa se preservaron en preparaciones semipermanentes en estado adulto y posteriormente se midieron de acuerdo con los caracteres morfométricos propuestos por Volcy, (1998); Bongers & Esquivel, (2015); (Siddiqi, 2000). Los caracteres morfológicos evaluados se dan a conocer a continuación:

L: longitud del nematodo; **a**: L/ancho máximo del cuerpo; **b**: L/longitud de la faringe; **b'**: L/distancia entre el extremo anterior del nematodo y la base de la faringe; **c**: L/largo de la cola; **c'**: longitud de la cola/ diámetro del cuerpo a nivel del ano; **Estilete**: longitud del estilete; **m**: longitud del cono del estilete expresado en % de la longitud del estilete; **o**: distancia entre la base del estilete y el **DEGO** expresado como porcentaje con relación a la longitud del estilete; **Pex**: distancia desde el extremo anterior al poro excretor; **% Pex**: posición porcentual del poro excretor con relación a L ($Pex * 100/L$); **V**: distancia desde el extremo anterior a la vulva; **% V**: posición porcentual de la vulva con relación a la longitud del nematodo; **VLA/B**: distancia entre la vulva y el extremo posterior del cuerpo/ancho del cuerpo a nivel de la vulva; **PV/ABW**: distancia entre la vulva y el extremo posterior del cuerpo/ancho del cuerpo a nivel del ano; **esp**: Longitud de las espículas; **gub**: Longitud del gubenáculo; **DEGO**: distancia desde la base del estilete a la desembocadura de la glándula faríngea dorsal (Taïpe, 2018).

6. Análisis estadístico

Los datos morfométricos fueron tratados estadísticamente mediante el análisis de componentes principales (ACP) y el análisis de conglomerados para determinar agrupamientos y caracteres diagnósticos que puedan discriminar especies más cercanas de los géneros con mayor prominencia, usando el programa S.A.S (Statistical Analysis System) versión 9.4, siguiendo la metodología realizada por Márquez-Paz (2020) y Arboleda-Riascos (2022).

7. Resultados

7.1 Identificación y cuantificación de las poblaciones de nematodos fitoparásitos en el estudio.

Se colectó un total de 24 muestras compuestas de raíces frescas y suelo rizosférico en cinco fincas de estudio con cultivos de chontaduro, ubicadas en el corregimiento de Bajo Calima, municipio de Buenaventura, Valle de Cauca.

7.2 Parámetros ecológicos, parasíticos y poblaciones nematodos fitoparásitos

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se identificaron ocho géneros de nematodos fitoparásitos asociado al cultivo de chontaduro que convergen en muestras de suelo rizosférico y raíces frescas: *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Meloidogyne*, *Mesocriconema*, *Xiphinema*, *Hemicycliophora* y *Bursaphelenchus*.

Teniendo en cuenta los parámetros evaluados *Helicotylenchus*, fue el género fitoparásito de mayor importancia en las raíces con un valor de prominencia del 86 %, seguido de *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Mesocriconema* y *Meloidogyne* (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros ecológicos y parasíticos de fitonematodos asociados a las raíces de chontaduro.

Género	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Valor de prominencia absoluta	Valor de prominencia relativa
<i>Helicotylenchus</i>	82,18	15,70	47,7	71.2	423,12	85.68
<i>Pratylenchus</i>	16,67	3,26	8,7	12.98	35	7.08
<i>Tylenchus</i>	15,90	3.07	8,2	12.23	31.9	6.46
<i>Mesocriconema</i>	4,4	0.84	1.1	1.64	2.2	0.45
<i>Meloidogyne</i>	2,11	0.38	1,2	1.79	1,68	0.34

Helicotylenchus igualmente fue el género con mayor valor de prominencia relativa en suelo rizosférico con el 56 %, seguido de *Mesocriconema* y *Xiphinema*. Los géneros con menor valor de prominencia fueron *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Hemicycliophora*, *Tylenchus* y *Bursaphelenchus* (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros ecológicos y parasíticos de fitonematodos asociados a suelo rizosférico de chontaduro.

Género	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Valor de prominencia absoluta	Valor de prominencia relativa
<i>Helicotylenchus</i>	92,91	8,09	53,9	42,25	519,44	56,39
<i>Mesocriconema</i>	44,44	3,87	25,8	20,21	171,85	18,66
<i>Xiphinema</i>	39,27	3,42	22,78	17,86	142,74	15,50
<i>Meloidogyne</i>	18,58	1,62	10,8	8,45	46,46	5,04
<i>Pratylenchus</i>	11,69	1,02	6,8	5,31	23,17	2,52
<i>Hemicycliophora</i>	7,47	0,65	4,33	3,40	11,84	1,29
<i>Tylenchus</i>	3,83	0,33	2,2	1,74	4,35	0,47
<i>Bursaphelenchus</i>	1,72	0,15	1,00	0,78	1,31	0,14

Para cada una de las fincas de estudio, se recopilaron datos sobre parámetros ecológicos, parasíticos y poblacionales de la nematofauna presente en muestras del suelo rizosférico y raíces de la palma (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros ecológicos y parásitos de los nematodos fitoparásitos en muestras de suelo y raíces en las fincas del Bajo calima.

Finca 1 (Policultivos)	Género	Muestra	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Valor de prominencia absoluta	Valor de prominencia relativa
	<i>Helicotylenchus</i>	RAIZ	87,04	62,17	10,4	35,07	97,44	82.99
	<i>Pratylenchus</i>		20,37	14,55	2,4	8,21	11,03	9.40

14 Reconocimiento de Nematodos Fitoparásitos relacionados asociado al cultivo Chontaduro del Corregimiento del Bajo Calima- Buenaventura Valle del Cauca

	<i>Tylenchus</i>		14,81	10,58	1,8	5,97	6,84	5.83
	<i>Mesocriconema</i>		6,48	4,63	0,8	2,61	1,98	1.69
	<i>Meloidogyne</i>		0,93	0,66	0,1	0,37	0,11	0.09
	<i>Helicotylenchus</i>	SUELO	94,44	41,79	10,49	41.63	101,98	54.87
	<i>Xiphinema</i>		43,52	19,26	4,84	19.21	31,90	17.16
	<i>Mesocriconema</i>		42,59	18,85	4,73	18.76	30,89	16.62
	<i>Meloidogyne</i>		24,07	10,65	2,67	10.60	13,12	7.06
	<i>Pratylenchus</i>		14,81	6,56	1,65	6.55	6,34	3.41
	<i>Hemicycliophora</i>		4,63	2,05	0,51	2.02	1,11	0.60
	<i>Tylenchus</i>		2,78	1,23	0,31	1.23	0,51	0.27
FINCA 2 (Policultivos)	<i>Helicotylenchus</i>	RAIZ	95,37	72,48	10,60	80,52	103,49	87.63
	<i>Pratylenchus</i>		18,63	14,16	2,07	15,73	8,93	7.56
	<i>Tylenchus</i>		11,11	8,44	1,23	9,38	4,12	3.48
	<i>Meloidogyne</i>		5,56	4,22	0,62	4,69	1,45	1.23
	<i>Mesocriconema</i>		0,93	0,70	0,10	0,78	0,10	0.08
	<i>Helicotylenchus</i>	SUELO	99,07	44,41	11,01	44.39	109,57	56.97
	<i>Mesocriconema</i>		51,85	23,24	5,76	23.23	41,49	21.51
	<i>Xiphinema</i>		43,52	19,51	4,84	19.52	31,90	16.54
	<i>Pratylenchus</i>		14,81	6,64	1,65	6.65	6,34	3.29
	<i>Meloidogyne</i>		7,41	3,32	0,82	3.31	2,24	1.16
	<i>Bursaphelenchus</i>		3,70	1,66	0,41	1.65	0,79	0.40
	<i>Hemicycliophora</i>		2,78	1,25	0,31	1.25	0,51	0.26
FINCA 3 (Policultivos)	<i>Helicotylenchus</i>	RAIZ	75,93	69,49	8,44	77,18	73,51	83.33
	<i>Tylenchus</i>		18,52	16,95	2,06	18,83	8,85	10.03
	<i>Pratylenchus</i>		13,89	12,71	1,54	14,12	5,75	6.52
	<i>Meloidogyne</i>		0,93	0,85	0,10	0,94	0,10	0.11
	<i>Helicotylenchus</i>	SUELO	90,74	40,16	10,08	40.16	96,04	54.17
	<i>Mesocriconema</i>		43,52	19,26	4,84	19.28	31,90	17.99
	<i>Xiphinema</i>		36,11	15,98	4,01	15.98	24,11	13.59
	<i>Meloidogyne</i>		20,37	9,02	2,26	9.16	10,22	8.71
	<i>Hemicycliophora</i>		16,67	7,38	1,85	7.37	7,56	4.26
	<i>Pratylenchus</i>		15,74	6,97	1,75	6.97	6,94	3.91
	<i>Tylenchus</i>		2,78	1,23	0,31	1.24	0,51	0.29
FINCA 4 (monocultivo)	<i>Helicotylenchus</i>	RAIZ	74,75	61,16	8,31	61.19	71,88	75.49
	<i>Tylenchus</i>		27,27	22,31	3,03	22.31	15,82	16.61
	<i>Pratylenchus</i>		15,15	12,40	1,68	12.37	6,63	6.96
	<i>Mesocriconema</i>		3,03	2,48	0,34	2.50	0,58	0.61
	<i>Meloidogyne</i>		2,02	1,65	0,22	1.62	0,31	0.33
	<i>Helicotylenchus</i>	SUELO	86,87	40,57	9,65	40.56	89,96	54.30
	<i>Mesocriconema</i>		38,38	17,92	4,26	17.90	26,42	15.95
	<i>Xiphinema</i>		34,34	16,04	3,82	16.05	22,36	13.50
	<i>Meloidogyne</i>		32,32	15,09	3,59	15.09	20,42	12.33
	<i>Tylenchus</i>		9,09	4,25	1,01	4.25	3,05	1.84
	<i>Hemicycliophora</i>		8,08	3,77	0,90	3.78	2,55	1.54
	<i>Pratylenchus</i>		3,03	1,42	0,34	1.43	0,59	0.35
	<i>Bursaphelenchus</i>		2,02	0,94	0,22	0.92	0,32	0.19
FINCA 5	<i>Helicotylenchus</i>	RAIZ	76,77	69,73	8,53	77,47	74,8	69.54

(monocultivo)								
	<i>Tylenchus</i>		8,08	7,34	0,90	8,16	22,85	21,24
	<i>Pratylenchus</i>		16,16	14,68	1,80	16,31	7,24	6,73
	<i>Mesocriconema</i>		8,08	7,34	0,90	8,16	2,56	2,38
	<i>Meloidogyne</i>		1,01	0,92	0,11	1,02	0,11	0,10
	<i>Helicotylenchus</i>	SUELO	92,93	44,88	10,33	44,89	99,17	58,90
	<i>Mesocriconema</i>		45,45	21,95	5,05	21,95	34,68	20,60
	<i>Xiphinema</i>		37,37	18,05	4,15	18,04	25,36	15,06
	<i>Pratylenchus</i>		9,09	4,39	1,01	4,39	3,04	1,81
	<i>Meloidogyne</i>		9,09	4,39	1,01	4,39	3,04	1,81
	<i>Hemicycliophora</i>		5,05	2,44	0,56	2,43	1,26	0,75
	<i>Tylenchus</i>		5,05	2,44	0,56	2,43	1,25	0,74
	<i>Bursaphelenchus</i>		3,03	1,46	0,34	1,48	0,58	0,34

A nivel de fincas, en raíces se observó que el nematodo con la mayor prominencia relativa fue *Helicotylenchus* en la finca 2 con un valor de prominencia del 88 % seguido de las fincas 1 y 3 con valores del 83 %. Por el contrario, las fincas 4 y 5 con un valor de prominencia inferior al 70 % del valor de prominencia de este género. También se registraron valores de prominencia relativa del género *Pratylenchus*, siendo la finca 1 con la mayor presencia del 9 % de la población, seguido de la finca 2 con el 8 % y por último las fincas 3, 4 y 5 con valores del 7 %. Continuando con del género *Tylenchus*, siendo las fincas 4 y 5 las que mostraron mayor presencia con valores que no supera el 20 % prominencia. Por último, se encontraron los géneros con la menor prominencia relativa, los cuales fueron *Meloidogyne* y *Mesocriconema* con un 2 % para todas las fincas. Cabe resaltar que las fincas 4 y 5 se identificaron como monocultivos de chontaduro (Anexo 1).

Por otro lado, en las muestras de suelo rizosférico se observó un comportamiento similar, siendo el género *Helicotylenchus* el de mayor valor de prominencia en todas las fincas en comparación con los demás géneros. Con respecto a lo anterior las fincas 2, 4 y 5 se destacaron por presentar el 70 % del valor de prominencia relativa, seguido de las fincas 1 y 3 con valores del 60 %; seguido de los géneros *Mesocriconema* y *Xiphinema* los cuales se destacaron en las fincas 2 y 5 con valores que no superan el 30 % en todas las fincas; seguido de los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Hemicycliophora* y *Bursaphelenchus* con valores de prominencia del 10 %.

7.3 Identificación morfológica y morfométrica del género *Helicotylenchus*.

El género *Helicotylenchus* Steiner, 1945 se identificó siguiendo los registros morfométricos y morfológicos reportados por Uzma et al., (2015); Riascos-Ortiz et al., (2020); Van den Berg & Heyns, (1975) y Sher, (1966). Los datos morfológicos y morfométricos registrados para la población analizada de suelo rizosférico permitió la identificación de la especie *Helicotylenchus californicus* de la familia Hoplolaimidae. En esta investigación hubo ausencia de machos por lo que la identificación se realizó en hembras adultas.

Descripción de la familia Hoplolaimidae: las hembras adultas permanecen vermiforme. Campo lateral con cuatro líneas o menos. Fásmidos pequeños o agrandados, cerca del ano, raramente en la cola. Cola corta más curvada dorsalmente, con el extremo

hemisférico o alargado ventralmente o regularmente redondeado, raramente conoide. Caudalidios y cefalidios presentes, estructura labial sin estrías longitudinales, no separada del cuerpo. La apertura de la glándula esofágica dorsal generalmente en un $\frac{1}{4}$ o más de la longitud del estilete detrás de las perillas basales; las glándulas esofágicas a menudo son distintas y se superponen al intestino dorsal, lateral y ventral. Ramas genitales siempre extendidas, dos de igual longitud o la rama posterior más pequeña o reducida a un saco post-uterino (PUS). Macho con extremo anterior más pequeño que las hembras, pero aun funcional.

Descripción del género *Helicotylenchus* Steiner, 1945: se caracteriza por tener una región labial continua a ligeramente desplazada, redondeada o aplanada anteriormente (truncada) con o sin anulación, sin estrías longitudinales en los anillos. Estilete bien desarrollado, con protuberancias redondeadas. orificio de la glándula esofágica dorsal a menudo está más alejado de la base del estilete entre un ($\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ de la longitud del estilete detrás de la base del estilete) entre (6-16 μm), la glándula esofágica se superpone al intestino ventralmente. Vulva bien desarrollada entre (60-70 %). Ambas ramas de los órganos reproductores femeninos generalmente están bien desarrolladas, la rama posterior a veces degenerada. Cola corta, de 1 a 2 diámetros del cuerpo a nivel del ano, semiesférica, generalmente más curva dorsalmente, con o sin proyección ventral, a veces redondeada. Fásmidos pequeños, en forma de puntos, cerca al ano, la postura del cuerpo es a menudo en espiral, debido a esto suele ser fácil de identificar con un aumento menor, pero la separación de las especies suele ser muy difícil.

Descripción morfológica de las poblaciones de estudio: Las hembras presentaron *hábitos post-mortem* con forma de espiral (Figura 2), región labial hemiesférica, perillas basales del estilete redondeadas y aplanadas, estilete bien desarrollado, orificio de la glándula dorsal esofágica (DGO) diferenciado, cola con proyección ventral corta e irregular, vulva bien desarrollada (Figura 2).

Descripción morfométrica: Las hembras presentaron longitud promedio entre 0,7-0,6 mm, el diámetro del cuerpo a nivel del ano presenta un promedio entre 1,0 -1,3 μm , vulva ubicada entre el 60-66 % proporcional a la longitud del cuerpo, hembras con estilete entre 20,2-23,9), DGO entre 12,1-15 μm .

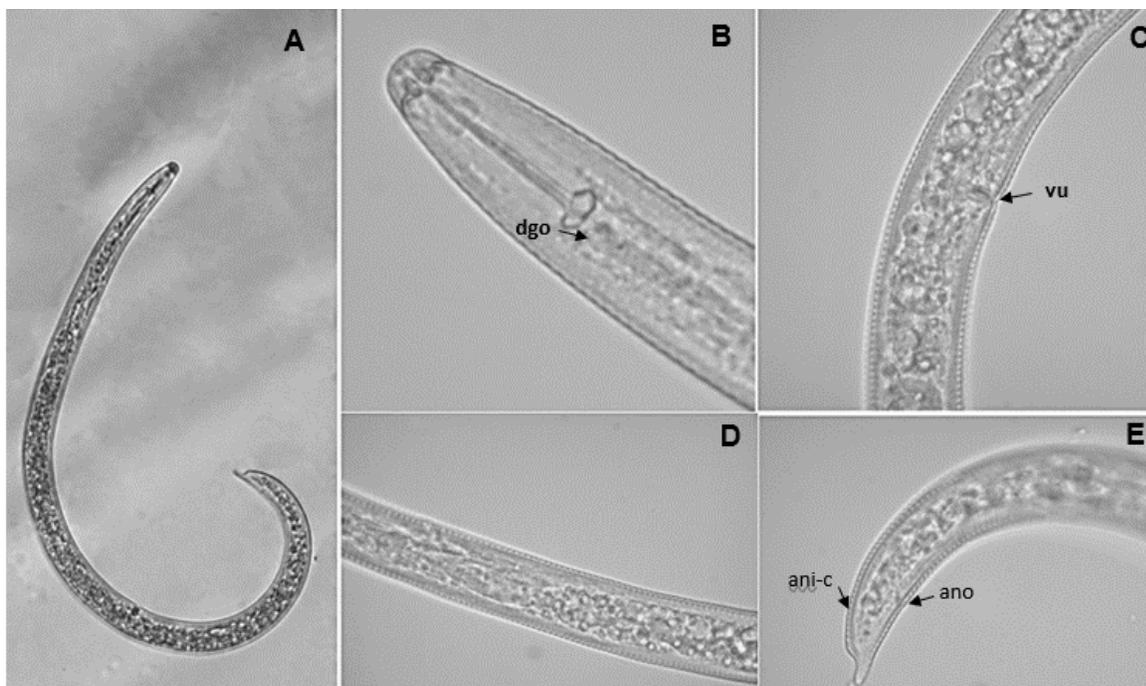


Figura 2. *Helicotylenchus californicus*. A) Habito post-muerte del cuerpo de una hembra adulta *Helicotylenchus*. B) Parte anterior del cuerpo, exponiendo el DGO. C) Vulva de una hembra adulta. D) Cuerpo medio. E) Ano, ani-c (anillo de la cola y cola con mucrón prolongado).

Tabla 5. Datos morfológicos de la población estudiada y de referencia *Helicotylenchus californicus*.

Caracteres	Chontaduro Bajo calima, Buenaventura	Plátano, Delfina- Buenaventura (Riascos-Ortiz et al., 2011)	Banano, Brasil (Riascos-Ortiz et al., 2020)	Van Den Berg & Heyns (1975) **	Uzma et al., (2015) ***	Sher (1966)
n	10	12	19	25	no definido	16
L	0.66 ± 0,1 (0,7-0,6)	0.6 ± 0.05 (0.5– 0.6)	0.6 ± 0.1 (0.5– 0.7)	0.7 (0.6–0.8)	0.58 – 0.78	0.6 (0.5–0.7)
a	28,2 ± 1,3 (28.9- 25,4)	23.5 ± 1.0 (22.0– 25.2)	24.6 ± 1.4 (21.5– 26.6)	28.8 (23.4– 35.0)	27–32	24.1 (21.1– 26.2)
C	37.8 ± 4.1 (40.2 - 36,1)	35.5 ± 4.7 (27.2– 45.8)	34.9 ± 3.0 (30.3– 40.2)	39.0 (30.8– 53.0)	32.0–50.0	38.7 (31.2– 48.1)
c'	1,1 ± 0,1 (1,3 -1,0)	1.0 ± 0.1 (0.8–1.1)	1.1 ± 0.1 (1.0– 1.3)	1.1 (0.7–1.5)	0.8–1.3	1.2 (0.9–2.1)
V%	63 ± 2 (66-60)	62.1 ± 1.7 (59.3– 64.8)	65.6 ± 3.0 (61.3– 75.5)	63.0 (60.0–64.)	59 – 64	64 (60–67)
DGO	13,5 ± 1,0 (15 - 12,1)	11.4 ± 1.2 (10.0– 14.0)	11.4 ± 2.4 (8.0– 14.0)	–	–	10 (8–14)
Longitud del estilete	22,2 ± 1,1 (23,9 - 20,2)	22.4 ± 0.9 (20.0– 23.0)	23.5 ± 1.0 (21.0– 25.0)	24.1 (22.8– 27.2)	24–27	27 (26–29)
Número de anillos de la cabeza	5,2 ± 0,8 (6,0-4,0)	4.7 ± 0.7 (4.0–6.0)	4.2 ± 0.5 (4.0– 6.0)	3.0–5.0	4	5–7
Longitud de la cola	15,3 ± 2,1 (18,9 - 12,4)	15.9 ± 1.0 (13.0– 19.0)	16.5 ± 1.5 (14.0– 20.0)	17.9 (15.1– 25.0)	–	16 (13–21)
Número de anillos de la cola	9,4 ± 1,2 (12,0 - 8)	7.8 ± 1.1 (6.0–9.0)	7.8 ± 0.9 (6.0– 9.0)	10.0 – 17.0	8	9 (6–12)

Tabla 6. Datos morfológicos de diferentes especies de referencia del *Helicotylenchus*.

Especie	<i>H. multincinctus</i>	<i>H. multincinctus</i>	<i>H. erythrinae</i>	<i>H. erythrinae</i>	<i>H. dihystra</i>	<i>H. dihystra</i>
Localidad/publicación	Plátano, Córdoba–Quindío	Banano, Brasil	Plátano, Calarcá – Quindío (Resta)–HE2 *	Van Den Berg & Sher Heyns (1975)	Uzma et al. (2015) ***	Uzma et al. (2015) ***
n	n = 19	n = 24	n = 25	n = 7	n = 12	n = no definido
L	0.6 ± 0.1 (0.4–0.8)	0.5 ± 0.05 (0.5–0.6)	0.6 ± 0.1 (0.46–0.68)	0.5 (0.4–0.6)	0.67 (0.61–0.86)	0.59–0.79
a	26.1 ± 2.8 (22.5–31.1)	24.7 ± 1.9 (22.4–30.3)	25.90 ± 2.2 (22.86–30.91)	25.1 (21.1–26.7)	29.5 (26.0–34.0)	27–35
c	45.6 ± 5.1 (36.1–55.2)	49.2 ± 7.0 (37.7–64.1)	28.09 ± 3.0 (21.82–32.94)	28.9 (23.3–30.3)	48.0 (40.0–65.0)	35 – 49
c'	0.9 ± 0.1 (0.7–1.1)	0.8 ± 0.1 (0.6–1.1)	1.41 ± 0.15 (1.13–1.73)	1.4 (1.3–1.4)	1.0–1.3	0.8–1.2
V%	68.4 ± 1.6 (65.9–71.7)	68.9 ± 2.3 (65.0–73.1)	63.7 ± 2.16 (60.82–68.54)	64.0 (61.0–67.0)	63.0 (60.0–66.0)	60–65
DGO	8.6 ± 0.6 (8.0–10.0)	9.1 ± 1.0 (7.0–11.0)	12 ± 1.97 (8.0–15.0)	–	–	–
Longitud del estilete	23.4 ± 1.3 (21.0–26.0)	23.5 ± 0.9 (22.0–25.0)	22.8 ± 0.83 (21.0–24.0)	24.6 (21.7–26.8)	26.0 (24.5–27.5)	24–29
Número de anillos de la cabeza	4.0 ± 0.6 (3.0–5.0)	4.0 ± 0.5 (4.0–5.0)	4.0 ± 0.32 (3.0–5.0)	4.0	3.0–4.0	4–5
Longitud de la cola	13.0 ± 1.9 (10.0–16.0)	11.3 ± 1.7 (8.0–15.0)	20.65 ± 2.39 (17.0–26.0)	17.9	–	–
Número de anillos de la cola	9.0 ± 1.2 (7.0–12.0)	8.0 ± 1.9 (5.0–12.0)	11.0 ± 1.01 (10.0–13.0)	10.0–14.0	8 – 12	6–12
Posición del fasmidio	3.0 ± 1.2 (2.0–6.0)	5.0 ± 2.1 (2.0–7.0)	3.0 ± 1.01 (1.0–5.0)	9	6 – 12	5 – 11

De acuerdo con el ACP y de conglomerados, los componentes principales 1-4 presentaron valores propios mayores e iguales a 1 y esclareció el 99 % de la varianza (Tabla 7). Estos análisis agruparon la población de *Helicotylenchus* analizada en un clado cercano a las poblaciones de referencia de *H. californicus* (HC1 y HC2) y aparte de las poblaciones de referencia de las especies *H. multincinctus* (HM1 y HM3), *H. dihystra*, (HD3 y HD4) y *H. erythrinae* (HE2 y HE3) (Figura 3). Los CP1 y CP2 permitió separar con mayor rigor las especies entiendo que los caracteres diagnóstico más influyentes fueron: el índice a, porcentaje de la vulva (V%), número de anillo de la cabeza, la cola y la longitud de la cola (Tabla 8).

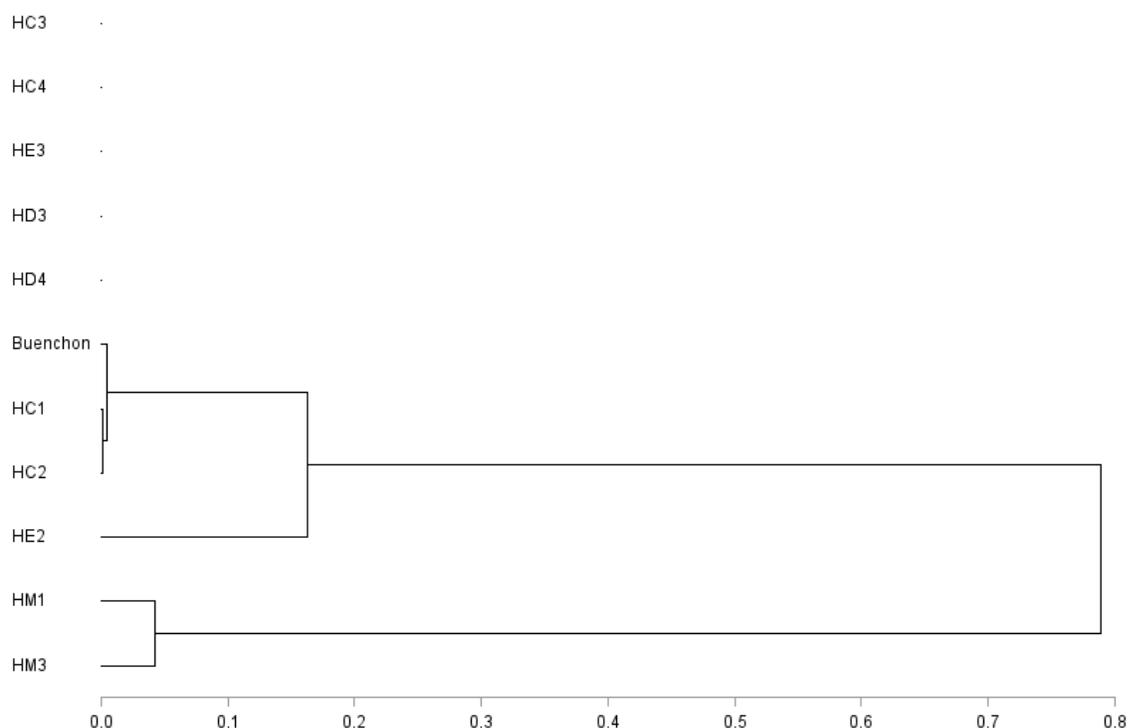


Figura 3. Dendrograma obtenido por el análisis de conglomerados para clasificar las poblaciones del Bajo calima y las especies de referencias *H. multicinctus* (HM), *H. dihystra* (HD), *H. erythrinae* (HE) y *H. californicus* (HC).

Tabla 7. Valores propios y varianza total para cada componente principal.

Componente Principal	Valores propios	Total, acumulado	% de varianza total	Porcentaje (%) acumulado de la varianza total
1	7,1	7,1	70.65	70.65
2	2,8	9.9	27.86	98.51
3	0,1	10	0.99	99.5
4	0,05	10.05	0.50	100
5	0,01	10.6	0.09	100

Tabla 8. Correlaciones entre los primeros cuatro componentes principales y los parámetros morfométricos de hembras en *Helicotylenchus*.

Vector	Carácter diagnóstico	CP1	CP2	CP3	CP4
1	L	-0,19	0,51	0,23	-0,29
2	A	0,35	0,21	-0,16	-0,02
3	c	0,25	-0,42	0,65	0,10
4	c'	-0,09	0,58	0,20	0,69
5	V %	0,37	0,00	0,36	0,11
6	DGO	-0,34	-0,23	0,12	0,49
7	Longitud del estilete	0,37	0,00	-0,47	0,32
8	Número de anillos de la cabeza	0,36	0,17	0,14	-0,09

	Número de				
9	anillos de la cola	0,33	0,28	0,19	-0,15
10	Longitud de la cola	-0,37	0,14	0,21	-0,20

7.4 Identificación morfológica y morfométrica del género

Mesocriconema

De acuerdo con las claves taxonómicas de la subfamilia *Macroposthoniinae* de Siddiqi, (2000) y de la especie *M. kirjanovae* de Andrassy (1965). Las poblaciones de suelo rizosférico se identificaron como *Mesocriconema kirjanovae*.

Características de la subfamilia Macroposthoniinae: Hembras arqueadas en forma de salchicha, anillos redondos entre 40-200, márgenes posteriores lisos, redondos y suaves, no presenta espinas u otros apéndices cuticulares, región cefálica con dos o tres anillos, el segundo anillo más ancho que el primero, pseudolabios muy reducidos, laterales casi ausentes, lóbulos submedianos presentes, separados entre sí, el primer anillo generalmente dividido en placas labiales, estilete muy pequeño a grande, el cono más largo que la base, perillas basales en forma de ancla o pendientes hacia atrás, esófago con istmus muy corto y bulbo basal reducido, vulva abierta, dirigida hacia afuera, extremo de la cola redondeada o puntiaguda. Machos con región cefálica redondeada, campos laterales presentes, con una sola cresta, pero con dos a cuatro incisuras, bursa generalmente bien desarrollada, espícula ventralmente arqueada. Juveniles con anillos corporales retorsos, lisos con márgenes rugosas o crenados, pero carentes de escamas o espinas.

Características del género *Mesocriconema*: presenta cutícula estriada, los ámulos de la cutícula pueden ser suaves o crenados. El primer anillo a menudo está separado del segundo, los labios submedianos son de tamaño reducido y tiene un lóbulo, la vulva está abierta con la región del labio anterior ornamentado, el cuerpo posterior de la vulva es pequeño con el termino redondeado o truncado, debido a la cutícula puede ser difícil observar las estructuras internas. El cuerpo de la hembra puede tener una longitud variable que va desde 0,3-0,6 mm, con un total de anillos no superior a 200. Los lóbulos de los labios casi siempre están bien desarrollados, pero pueden estar ausentes en algunas especies, vulva es abierta y el labio anterior puede ser ornamentado. El estilete es largo y las perillas o nudos basales son en forma de ancla. Los machos no tienen estilete o bursa y con espícula recta, cabeza redondeada y con cuatro líneas laterales. Los juveniles poseen anillos suaves o crenados, pero no presentan espinas.

De acuerdo con las características anteriormente descritas, se confirma que la población analizada de suelo rizosférico y raíces corresponde al género *Mesocriconema* y presenta los siguientes caracteres:

Descripción morfológica: Cuerpo ligeramente curvado ventralmente después de la relajación por calor, región anterior más delgada que el cuerpo estrechándose en la parte posterior con una longitud 0.43 – 0.59 mm, anillos del cuerpo lisos con márgenes ligeramente curvados hacia abajo con terminaciones suaves reduciéndose a medida que se acerca a la parte posterior del cuerpo terminando con un solo anillo, con un total de 112-129; región labial aplanada, formado por dos anillos el segundo más ancho y grande que el primero, estilete robusto con perillas basales ligeramente curvada hacia arriba, lumen del esófago visible en el bulbo medio, ismo muy corto, anillo nervioso no visible y bulbo basal redondeado, hembras mono-délficas, vulva abierta delgada y ligeramente curvada, con labio anterior sobresaliente y extendido sobre la parte posterior del cuerpo, ano apenas visible, cola conoide.

Para la identificación de la especie *M. kirjanovae* se analizaron los caracteres descritos por Andrásy, (1965); Cordero et al., (2012); Castillo & Vovlas, (1992), las cuales fueron similares a los registrados en el presente estudio (Tabla 9). Entre las características morfológicas que distingue a esta especie es el ancho de la región postvulvar del cuerpo de las hembras, el cual disminuye uniformemente hasta convertirse en un extremo único o bilobulado de la cola, la vulva delgada diferencia por permanecer abierta y ligeramente curvada con labio anterior sobresaliente (Figura 4).

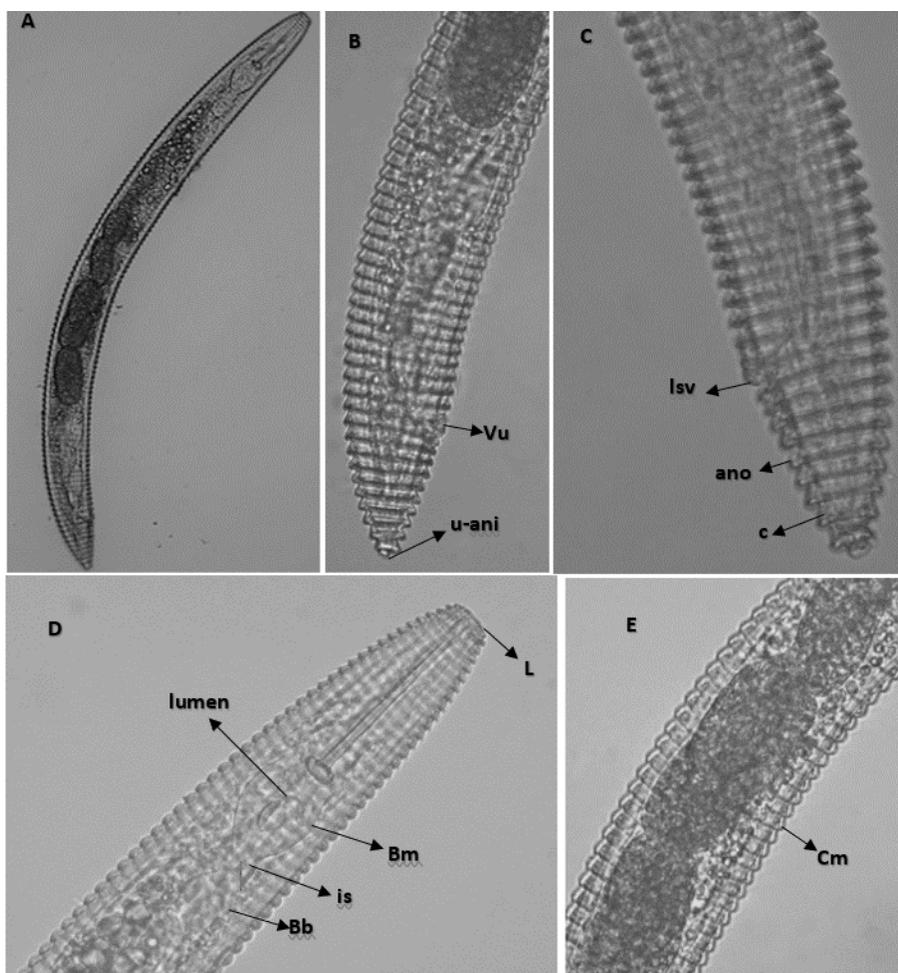


Figura 4. *Mesocriconema kirjanovae*. A) *Habitus-post-mortem* y cuerpo entero en posición ventral. B) vu (Vulva), u-ani (Último anillo de la región posterior del cuerpo). C) ano, c (cola), lsv (labio superior vulval de la región posterior del cuerpo). D) Parte anterior del cuerpo, L (región labial), Bm (bulbo medio), Is (ismo), Bb (bulbo basal). E) cuerpo medio. Escala 20 μ m.

Tabla 9. Datos morfológicos de las poblaciones de estudio y de referencia de *Mesocriconema kirjanovae*.

Especie Carácter	<i>M. kirjanovae</i> Bajo Calima - Buenaventura (Chontaduro)	<i>M. kirjanovae</i> (Andrassy, 1962) Holotipo	<i>M. kirjanovae</i> (Cordero, 2012) Estados Unidos	<i>M. kirjanovae</i> (Castillo & Vovlas 1992) España
n	13	No definido	38 hembras	15 hembras
L	509,7 ± 45.2 (589,3- 426,63)	0,38 - 0,41	441,1 ± 46,3 (363.6- 569.7)	491 ± 7.47 (449-559)
a	11,8 ± 1.3 (14,5-9.4)	9 - 10	10,9 ± 1,1 (9.2-13.8)	9.1 ± 0.14 (8.0-10.0)
b	9,8 ± 0.7 (11,3-8,7)	3,9 - 4,2	4,5±0,4 (3.6-5.8)	4.5± 0.09 (4.0-5.4)
b´	4,5 ± 0.3 (4,9-3,9)	—	4,2 ± 0,5 (2.2-5.6)	-
C	18,7 ± 5,7 (27,06- 9,93)	11,6 - 13,4	18,0 ± 3,8 (12.2-26.0)	14.5 ± 0.37 (11.8- 16.7)
c´	0,8 ± 0.2 (1,3-0,5)	—	1,0± 0,2 (0.6-1.3)	—
Longitud del estilete	56,8 ± 2.0 (60,3-53,5)	51-54	54,7±2,6 (47.9-60.9)	62 ± 0.46 (58-64)
Longitud del esófago	52,2 ± 3.9 (60,7-46,9)	—	97,8±6,3 (87.3-111.7)	110 ± 1.78 (105-131)
Diámetro del primer anillo	14,7 ± 1.7 (18,1-12,9)	—	—	—
Mayor ancho del cuerpo	43,5 ± 5.6 (53,8-32,7)	—	40,4 ± 2,9 (36.5-48.7)	54 ± 0.79 (50-60)
Longitud de la vulva a la cola	44,4 ± 4.3 (49,6-37-2)	—	—	—
Longitud del ano a la punta de la cola	26,4 ± 7.3 (41,9-12,9)	—	—	—
Longitud de la cola	19,4 ± 7.4 (37,1-9,9)	—	25,5±5,4(16.2-36.5)	35 ±0.90 (30-41)
Poros excretor	122,5 ± 11.7 (142,7- 105,9)	—	—	108 ± 2.02 (103-112)
% pex	24 ± 0.0 (28-20) %	—	—	—
Labio región- vulva	5,9 ± 1.2 (7,7-4,2)	—	—	—
Labio región - ano	3 ± 0.5 (3,9-2,5)	—	—	—
% V	91 ± 0.0 (94-85) %	88,4 - 90,1	91,5±1,5(89.1-94.4)	88 ± 0.27 (87-90)
% St	11 ± 0.0 (13-10) %	—	12.5 ± 1,3 (9.9-15.3)	12.6± 0.18 (11.1-13.9)
VB (ancho del cuerpo en la vulva)	31,6 ± 3.0 (36,5-25,8)	—	30,7±2,2 (26.8-34.9)	—
cono	18,7 ±1.7 (20,7-14,1)	—	—	—
m (conos/% St)	33 ± 0.0 (35-26) %	—	—	—
R	121 ± 4.7 (129-112)	79 - 89	110±5,3 (98.0-121.0)	80 ± 1.07 (71-87)
RST	17 ± 1.0 (19-16)	12 - 15	—	14 ± 0.22 (13-16)
RV	10 ± 1.4 (14-9)	10 - 12	9,5±1,0 (8.0-11.0)	10 ± 0.17(9-11)
Ran	7 ± 1.7 (11-6)	9 - 8	7,4±-1,0 (5.0-9.0)	8 ± 0.16 (7-9)
Rvan	3 ± 1.0 (4-1)	—	1,3±-0,6 (0.0-2.0)	2 ± 0.07 (2-3)
Roes	30 ± 2.1(33-27)	21 - 26	29,1 ± 2,6(23.0-37.0)	22 ± 0.23 (20-23)
Rex	34,1± 2,2 (37-30)	26 - 27	29,0 ± 1,4 (26.0-31.0)	22 ± 0.31 (21-23)
VI/Vb	1,4 ± 0.1 (1,5-1,1)	1.4	1,2 ± 0,2(0.9-1.6)	1.4 ± 0.02 (1.3-1.6)

Tabla 10. Datos morfométricos de diferentes poblaciones del género *Mesocriconema*.

Especie	<i>M. ornatum</i>	<i>M. ozarkense</i>	<i>M. sphaerocephalum</i>	<i>M. juliae</i>
	(Crozzoli & Lamberti, 2001) Venezuela	(Cordero, 2012) Estados Unidos	(Peraza et al., 2014) Costa Rica	(Crozzoli & Lamberti, 2001) Venezuela
L	415 ± 37 (370-476)	424.9 ± 38.9 (378.8-512.1)	342.5 ± 33.7 (288.0-415.0)	476 ± 18 (457-508)
a	12 ± 0,6(11-13)	10,2 ± 0.9 (8.4-11.9)	9.3 ± 1.6 (6.4-12.6)	11,7 ± 0,4 (11-12)
b	4,2 ± 0,3 (3,7-4,5)	4,5 ± 0.2 (4.2-4.9)	3.6 ± 0.3 (3.1-4.1)	3,8 ± 0,2 (3,4-4)
b´	–	–	–	–
c	20 ± 0,9(19-22)	17,4 ± 2.2 (13.2-22.5)	–	18 ± 1 (16-19)
c´	0,84 ± 0,1 (0,8-1)	–	–	1,1 ± 0,1 (1-1,2)
Longitud del estilete	52 ± 2,8 (49-55)	55,4 ± 3.1 (48.7-60.9)	–	82 ± 3,6 (79-86)
Longitud del esófago	98 ± 6,6 (87-105)	94,0 ± 6.9 (81.2-111.7)	96.6 ± 10.9 (78.0-110.0)	128 ± 6,5 (121-139)
Diámetro del primer anillo	–	–	15.8 ± 1.1 (13.0-17.0)	–
Mayor ancho del cuerpo	34 ± 2,8 (31-37)	41,8 ± 2.8 (36.5-48.7)	–	41 ± 2 (38-44)
Longitud de la vulva a la cola	–	–	–	–
Longitud del ano a la punta de la cola	–	–	–	–
Longitud de la cola	25 ± 1,7 (20-22)	24,7 ± 3.1 (18.7-30.0)	–	27 ± 2,4 (24-30)
Poro excretor	101 ± 6,6 (91-108)	–	–	122 ± 4,7(118-130)
% pex	24 ± 1,6 (23-27)	–	–	26 ± 0,9 (25-27)
Labio región - vulva	–	–	–	–
Labio región- ano	–	–	–	–
% V	–	91,3 ± 1.0(88.7-92.9)	92.0 ± 2.4 (84.5-94.2)	91,6 ± 0,3(91-92)
% St	–	13,1 ± 1.0(11.2-14.9)	14.9 ± 2.5 (9.8-19.1)	–
VB (ancho del cuerpo en la vulva)	–	29,7 ± 2.1(26.0-34.1)	27.6 ± 2.8 (22.0-32.0)	–
Cono	39 ± 2,1 (37-42)	–	–	64 ± 2,8(62-68)
m (conos/% St)	74 ± 1,9 (73-76)	74,8 ± 1.3(72.6-77.3)	–	79
R	90-94	111,6 ± 3.1 (107.0-119.0)	66.1 ± 2.9 (61.0-71.0)	89-95
RST	12-13	–	–	18-19
RV	7-8	11,1 ± 1.0(10.0-14.0)	–	8-9
Ran	4-6	7,2 ± 0.8 (6.0-10.0)	–	5-6
Rvan	1-2	2,9 ± 0.5(2.0-4.0)	–	1-2
Roes	22-25	29,2 ± 1.4 (26.0-31.0)	–	26-28
Rex	–	29,2 ± 1.6(27.0-34.0)	22.8 ± 2.2 (20.0-26.0)	–
VI/Vb	–	1,2 ± 0.1 (1.0-1.4)	0.9 ± 0.2 (0.7-1.2).	–

El análisis de conglomerado mostró que los componentes principales 1-5 presentaron valores propios iguales o mayores que 1 y explicaron el 94% de la varianza. Sin embargo, los CP1 y CP3 discriminaron mejor las especies. En consecuencia, tres clústeres, basados en el registro de datos morfométricos de las poblaciones de estudio y otras de referencias, fueron conformados. La población analizada en el presente estudio se ubicó en un clado cercano a la especie *M. kirjanovae* (Tabla 9 y 10, Figura 4). Por otro lado, en el componente principal 1, en donde los caracteres más discriminantes fueron: el índice a; el mayor ancho del cuerpo; anillo de la Vulva; VI/Vb y porcentaje del estilete. Mientras que el CP3, las variables más influyentes fueron: longitud total del cuerpo; índice C; longitud de la cola y anillo del poro excretor (Tabla 11).

24 Reconocimiento de Nematodos Fitoparásitos relacionados asociado al cultivo Chontaduro del Corregimiento del Bajo Calima- Buenaventura Valle del Cauca

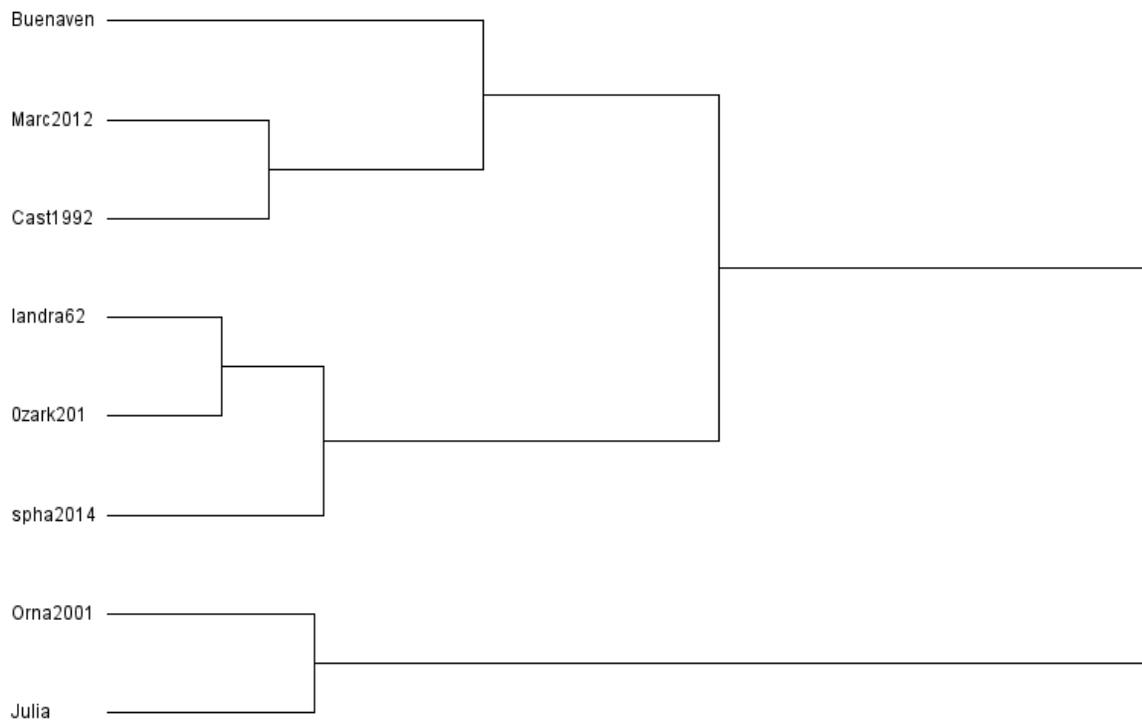


Figura 5. Población de estudio (Buenaventura) y poblaciones de referencia del género *M. kirjanovae* (Marc2012; Cast1992; landra62). Poblaciones del género *M. ozarkense* (Ozark201), *M. sphaerocephalum* (Sha2014), *M. ornatum* (Orna2001) y *M. Juliae* (Julia).

Tabla 11. Valores propios y varianza total para cada componente principal.

Componente Principal	Valores propios	Total, acumulado	% de varianza total	% acumulado de la varianza total
1	7,44	7,44	42,47	42,47
2	3,31	10,75	18,89	61,36
3	2,44	13,19	13,93	75,29
4	1,71	14,9	9,7	84,99
5	1,50	16,4	8,56	93,55
6	1,12	17,52	6,3	99,85

Tabla 12. Correlaciones entre los primeros cuatro componentes principales y los parámetros morfométricos de hembras en *Mesocriconema*.

Vector	Carácter diagnóstico	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
1	L	-0,10	0,32	0,38	-0,25	-0,01	-0,28
2	a	-0,35	-0,15	0,06	-0,05	0,09	0,04
3	b	0,26	-0,17	0,23	-0,33	-0,06	0,23
4	C	-0,24	-0,24	0,26	-0,04	-0,23	0,13
5	Longitud estilete	0,00	0,42	0,25	0,30	0,17	0,18
6	Longitud esófago	-0,19	0,08	0,19	-0,24	0,49	0,28
7	Mayor Ancho del Cuerpo	0,28	0,16	-0,16	-0,12	0,25	0,00
8	Longitud Cola	0,32	0,18	-0,18	0,10	-0,10	0,09
9	% V	-0,24	0,09	0,16	0,16	-0,40	0,42
10	% Estilete	-0,32	0,04	-0,02	0,17	0,18	0,27
11	Total de anillo	0,21	-0,01	0,36	0,21	-0,43	-0,07
12	Anillo del estilete	0,13	0,42	0,11	0,34	0,16	0,13
13	Anillo de la vulva	0,28	-0,19	0,22	0,20	0,14	0,21

14	Anillo del ano	0,22	-0,35	0,19	0,15	0,14	0,28
15	Anillo de ano - vulva	0,19	-0,38	0,11	0,15	0,32	-0,07
16	Anillo del esófago	-0,13	-0,18	-0,09	0,58	0,08	-0,38
17	Anillo del poro excretor	0,13	0,05	0,51	-0,08	0,09	-0,40
18	VI/Vb	0,32	0,10	-0,20	-0,09	-0,18	0,16

7.5 Identificación morfológica y morfométrica del género

Xiphinema

El género *Xiphinema*, encontrado en suelo rizosférico de chontaduro, pertenece a la superfamilia de *Dorylaimoidea* y la familia *Longidoridae* (Kimenju et al., 1981; Loof & Luc, 1990). **Descripción de la superfamilia *Dorylaimoidea*:** nematodos largos a muy largos, delgados, de 1,5 a 12 mm de longitud. Cutícula lisa, región cefálica redondeada, continua con el contorno del cuerpo o desplazada; labios amalgamados, aberturas anfidiales que van desde pequeños poros a amplias hendiduras transversales. Anfibios grandes en forma de bolsa; odontoestilo muy alargado, atenuado de 50 - 220 μm de longitud; Odontoforo alargado, a veces con tres pestañas basales fuertes. Unión del queilostoma y el estomodeo marcado por un anillo guía fuertemente cuticularizado que varía en posición desde cerca de la región labial hasta cerca de la base del odontoestilo. Posee tres glándulas esofágicas: una dorsal y dos ventrosublaterales. Vulva situada en la parte anterior y posmediana de la longitud del cuerpo, normalmente mediana. Tracto genital típicamente anfidodélfico reflejo, pero puede ser pseudomonodélfico o mono-opistodélfico. Útero de algunas especies de *Xiphinema* y *Xiphidorus*.

Subfamilia *Xiphinematinae* Dalmasso, 1969

Género *Xiphinema* Cobb, 1913

Cuerpo largo a muy largo, de 1,5 – 6 mm, y bastante robusto. Forma de relajada casi recta, ventralmente arqueada, en forma de C o en espiral abierta. Cutícula lisa. Cordones laterales anchos con una o dos filas de poros corporales laterales. Región cefálica redondeadas, continua o desplazada. Labios fusionados con los habituales de 6 + 10 círculos de papilas. Aberturas anfidiales hendiduras anchas que se extienden por casi toda la anchura del labio. Odontoestilo alargado, en forma de aguja; bien definido y visible. Dilatores bucales presentes. Aparato guía tubular con un anillo posterior fuertemente marcado y aparentemente con un anillo anterior poco marcado, cuyo anillo está situado propiamente en la parte posterior cerca de la unión odontoestilo/odontoforo. Esófago compuesto por una sección anterior estrecha y cilíndrica, que normalmente se enrosca sobre sí misma, dando lugar a una expansión circular que contiene las glándulas. Intestino simple pre-recto bien desarrollado y varias anchuras de cuerpo anal. Ano en forma de hendidura transversal. Vulva situada en la parte anterior del cuerpo entre el (30 – 40%), en forma de hendidura transversal. Tracto genital variable a menudo anfidodélfico reflejo o mono-opistodélfica. La forma de la cola es muy variable cuyo caso pueden ser hemisféricas corta, conoide medio a larga, inicialmente conoide y luego atenuada a una sección terminal filiforme.

Descripción morfológica y morfométrica del nematodo de estudio: Cuerpo cilíndrico, casi recto después de la fijación por calor, adelgazándose o estrechándose en la parte posterior, cutícula delgada engrosándose en la parte posterior de la cola hialina con una medida de 11,5 - 8,01 μm . Región labial redondeada continua con una ligera concavidad presentando un diámetro oscilante entre 11,6 - 11,2 μm , con una longitud de 4,89-4,06 μm . fóvea anfibia en forma de embudo. Presenta una odontoestilo delgado visible y ligeramente corto en proporción a la longitud del cuerpo oscilando entre 137.7 – 130.3 μm ocupando una décima parte del cuerpo, anillo guía con una longitud de 123,2 - 101,5 μm y de ancho 48,6 – 31 μm . El odontoforo presenta una longitud no superior al odontoestilo oscilando entre 83,7 - 76 μm . protuberancias basales desarrollados redondeados y prominentes. Faringe bien desarrollada gruesa estrechándose en la parte posterior del cuerpo, bulbo basal de 123,7 - 104,9 μm longitud y un diámetro de 34,1 - 23,2 μm bien definida, se denota la separación por una leve contricción de los músculos, intestino recto y simple. Sistema reproductor mono – opistodélfica, no se observó detalles de los ovarios, ni útero, es decir, no hubo diferenciación uterina, vulva bien desarrollada forma de hendidura horizontal, ubicada porcentualmente antes de la mitad del cuerpo en rangos de 0,41- 0,34 % con un diámetro a nivel del cuerpo oscilando entre 55,84 - 34,32 μm ; región caudal ovoide hemisférica, cola conoide ligeramente corta aproximadamente de 29,16 -13,46 μm con un diámetro anal de 35,63 - 26,03 μm . (Tabla 14, Figura 5).

Descripción del estado juvenil 3 presente en el estudio: El presente estudio ha identificado el estado juvenil J3 en el cual se observaron los caracteres distintivos del género como el odontoestilo de remplazo y odontoestilo funcional Es importante resaltar que estos estadios son muy semejantes a los adultos, sin embargo la distinción marcada es el no desarrollo del sistema reproductor y la presencia del odontoestilo de sustitución, también se observa que en los estadios tempranos la cola es más larga y a medida de su desarrollo progresivamente esta se acorta manteniendo la misma estructura hemisférica o redondeada que la de los adultos, otras de las diferencias en estos estadios es la ubicación del odontoestilo de remplazo ubicado muy cerca al odontoforo; por otro lado, la región labial en estas mudas es más prominente, delgada y redonda y a medida de su crecimiento se evidencia un engrosamiento aunque se conserva su estructura; otra de las similitudes que se observaron en estos estadios con los adultos es su posición post muerte todos mantienen su postura casi recto después de la fijación por calor (Figura 6).

Para la identificación de la especie de *Xiphinema* se utilizó la clave politómica según Loof & Luc, (1990), teniendo en cuenta las especies de referencia del estudio (Tabla 14). Esta clave permitió identificar a nivel de especie la población analizada, de acuerdo con las características morfológicas y morfométricas, la clave presenta unas codificaciones a las cuales se les asigna una numeración y en ellas se describen unas características de cada especie del género, entendiéndose así, se identificó como *X. costarricense* (Tabla 13).

Tabla 13. Comparación y descripción de las poblaciones de estudio y la especie *X. costarricense* de Loof & Luc, (1990)

Códigos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K*	L*
Población												
estudio	2	4	7b	6	3	2	3	2	2	7b	-	1
<i>Xiphinema</i>												
<i>X. costarricense</i>	2	4	7b	6	3	2	3	2	2	7b	2	1

A. Tipo de aparato genital femenino ([2] rama genital anterior reducida e incompleta). **B.** Diferenciación uterina ([4] diferenciación uterina). **C.** Forma de la cola ([7b] cola regularmente hemisférica, es decir, curvaturas ventrales y dorsales iguales). **D.** Relación entre la longitud de la cola y el diámetro del cuerpo anal (c') ([6] menor que <1.0). **E.** Posición de la vulva ([3] (35-39%). **F.** Longitud del cuerpo ([2] (1.5-2.4 mm)). **G.** Longitud total de la lanza (odontoestilo + odontoforo) ([3] 200-249 um). **H.** Contorno de la parte anterior del cuerpo ([2] región labial separada por una débil depresión o constricción poco profunda). **I.** Habito del cuerpo ([2] cuerpo débilmente curvado). **J.** Forma de la cola del juvenil de cuarto estadio (7b) cola regularmente hemisférica, es decir, curvaturas ventrales y dorsales iguales). **K*.** Forma de la cola de los juveniles de la primera fase (-) no se observó. **L.** Machos ([1] desconocidos o muy raros (hembra generalmente desprovista de esperma).

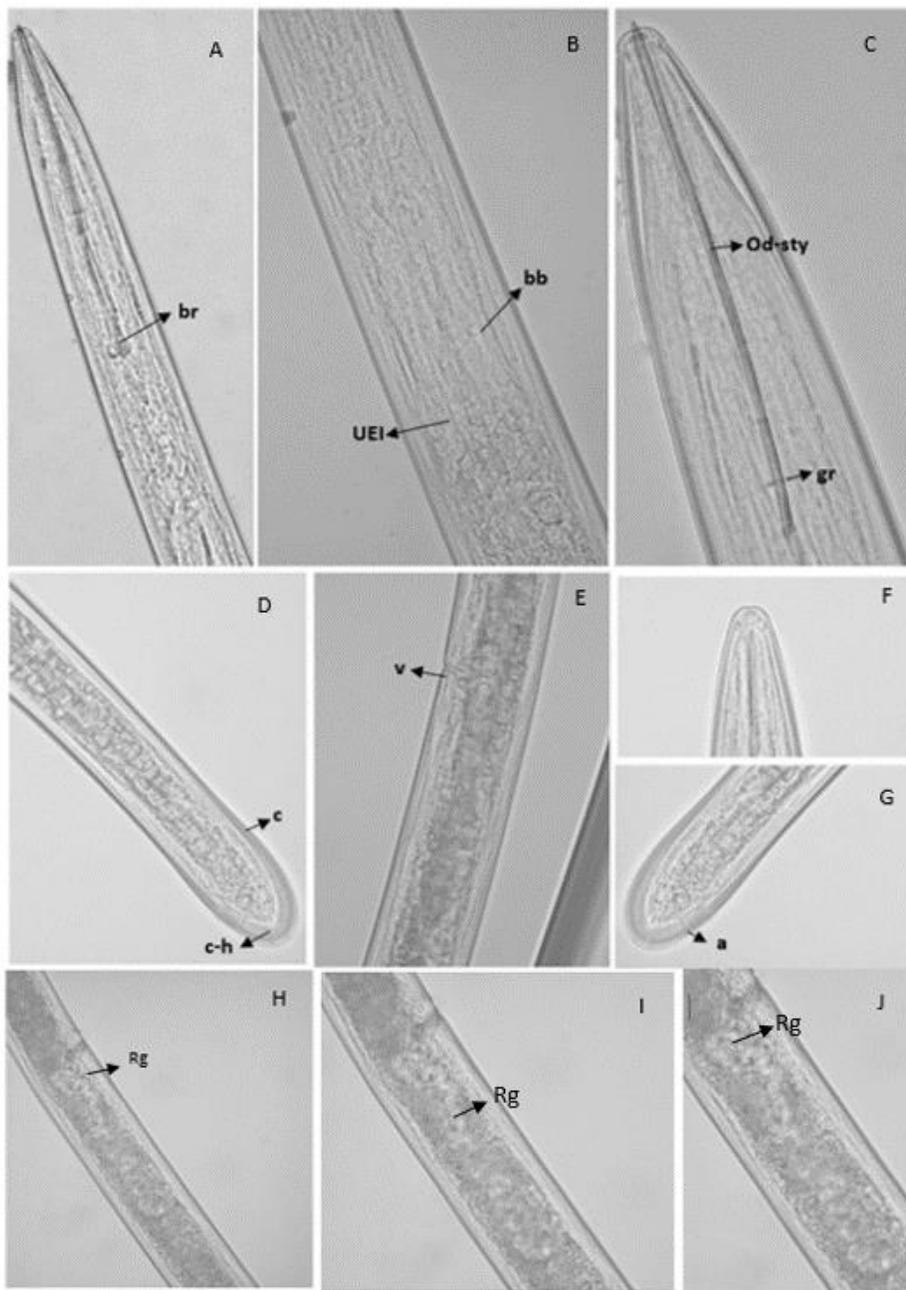


Figura 6. A) Parte anterior del cuerpo de la hembra, bridas (br). B) bulbo basal (bb), Unión-esófago intestino (UEI). C) Odontostilete (Od-sty), anillo guía (gr). D) Parte posterior de la hembra, cola (c), cola hialina (ch). E) Vulva (v). F) Parte anterior región labial. G) Región caudal, ano (a). H) I) J) Rama genital femenina (Rg). Escala de medidas 20 μ m.

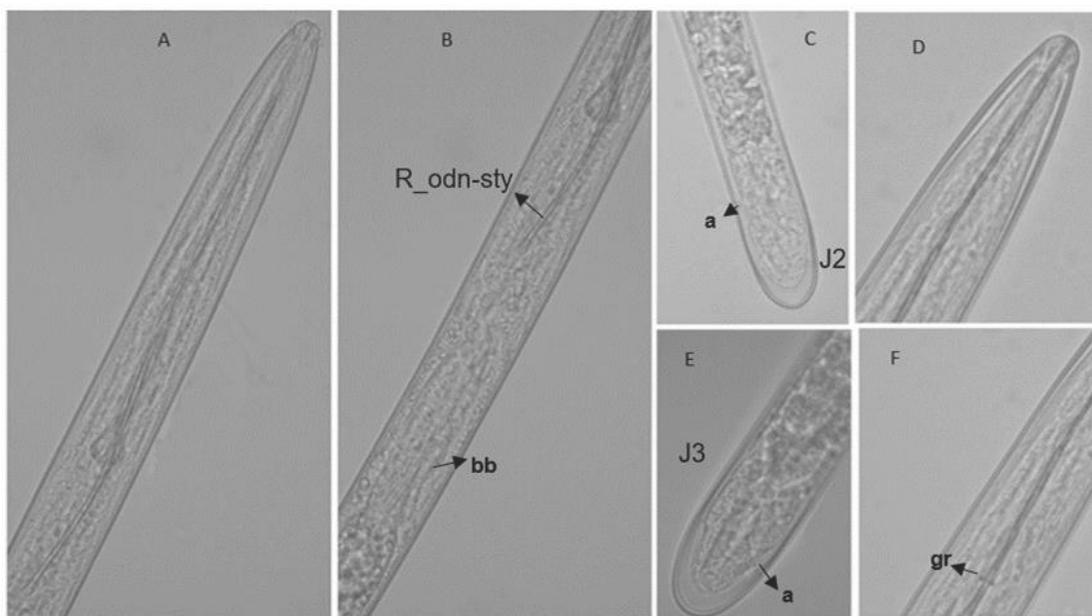


Figura 7. A) Parte anterior del estado J3. B) Parte de faríngea, bulbo basal (bb), remplazo del odontoestilete (R_odn-sty). C-E) Cola estado juvenil 2 y estado juvenil 3. D) Región labial estado juvenil 3. F) Anillo guía. Escala de medidas 20 μ m.

Tabla 14. Datos morfométricos de la población del estudio y las de referencia de hembras adultas del género *Xiphinema*.

Especies	Población estudio Buenaventura	Población juvenil J3 de estudio	(Chaves & Mondino, 2013) X. <i>surinamense</i>	(Archidona-Yuste et al., 2016) X. <i>celtiense</i>	(Lamberti & Tarjan, 1973) X. <i>costarricense</i>	(Peraza et al., 2017) X. <i>costarricense</i>	(Decraemer et al., 1998) X. <i>surinamense</i>
N	10	3	2	20	13	3	3
Longitud del cuerpo	1934,7 \pm 95,21 (1763,84-2099,95-)	1479,65 \pm 36,6 (1504,33 - 1437,64)	2220-2460	5000 \pm 0,22 (4700 – 5500)	2300 (2220-2400)	2840 \pm 0,25 (2660 - 3070)	2470 \pm 26,0 (2455 - 2500)
(a)	44,05 \pm 5,12 (52,94 - 36,85)	44,55 \pm 15,2 (55,79 -27,19)	43-48	72,5 \pm 3,9 (67,4 – 81,0)	50 (45 -53)	42.7 \pm 3.3 (40.3-45.0)	46,6 \pm 2,8 (45,0 -50,0)
(b)	4,69 \pm 0,2 (5,1 -4,4)	3,98 \pm 0,2 (4,18 - 3,77)	5,4-6	8,1 \pm 0,5 (7,0 – 9,4)	6,0 (5,4 -6,4)	6,3 \pm 0,4 (6,0-6,6)	6,0 \pm 0,6 (5,5 - 6,7)
% V	39 \pm 0,01 (41-38)	–	37-39	51,1 \pm 1,1 (50,0 – 53,5)	37 (36,6 -37,5)	39,2 \pm 1,4 (38,0- 40,2)	38,5 \pm 4,3 (33,5 41,0)
c	94,99 \pm 29,80 (148,27 - 60,37)	85,22 \pm 48,7 (138,47 - 43,02)	72	111,2 \pm 11,8 (100,7–143,9)	105 (97 -117)	67,9 \pm 3,0 (65,7-78,7)	118,4 \pm 22,5 (104,5 -144,4)
c'	0,71 \pm 0,2 (1,12-0,44)	0,89 \pm 0,7 (1,66 - 0,50)	0,8-0,9	0,9 \pm 0,1 (0,8–1,0)	0,7 (0,6 -0,7)	0,9 \pm 0,0 (0,8-0,9)	0,7 \pm 0,0 (0,7-0,7)
Reemplazo Odontoestilete	–	116,79 \pm 6,0 (123,66 - 112,80)	–	–	–	–	–
Longitud del Odontoestilete	135,40 \pm 4,30 (141,41 - 130,28)	98,41 \pm 7,9 (103,97 - 92,84)	103-108	158,4 \pm 6,1 (145,0 – 167,0)	136 (127 -138)	115,5 \pm 0,7 (115 -120)	130,2 \pm 2,7 (128,0 -135,0)
Diámetro de la región labial	11,74 \pm 0,57 (12,9 -11,19)	10,19 \pm 1,5 (11,82 - 8,86)	–	14,3 \pm 0,8 (13,5 –16,0)	–	18 \pm 0,0 (16,0 - 18,0)	8,2 \pm 1,5 (7,0 - 10,0)
Anillo guía	5,31 \pm 0,41 (5,85 - 4,6)	4,61 \pm 0,8 (5,57 - 4,10)	–	–	–	90,0 \pm 5,7 (84 - 94)	\pm
Longitud del odontoforo	79,23 \pm 3,13 (83,66 -74,7)	62,18 \pm 3,8 (66,43 - 58,98)	72-76	93,4 \pm 3,2 (89,0–103,0)	80 (79 - 84)	82,5 \pm 3,5 (80,0 - 85,0)	76,7 \pm 5,8 (65,0 -80,5)
Longitud de la región labial	4,83 \pm 0,41 (5,4 - 4,06)	4,01 \pm 1,2 (5,40 - 3,27)	–	–	–	–	–
Longitud anterior al anillo guía	120,12 \pm 12,82 (139,9 - 101,53)	86,10 \pm 8,0 (95,02 - 79,41)	–	143,8 \pm 6,1 (132,0–155,0)	107 (103 -112)	–	131,0 \pm 14,7 (122,5 -148,0)
Longitud del bulbo faringial	113,62 \pm 6,89 (123,73 - 104,6)	82,61 \pm 8,3 (90,71 - 74,15)	–	–	–	248,5 \pm 17,7 (236-262)	–
Diámetro del bulbo faringial	27,47 \pm 4,02 (34,14 -22,6)	27,01 \pm 4,9 (32,64 - 24,02)	–	–	–	28,0 \pm 2,8 (26,0 -30,0)	–

30 Reconocimiento de Nematodos Fitoparásitos relacionados asociado al cultivo Chontaduro del Corregimiento del Bajo Calima- Buenaventura Valle del Cauca

Diámetro mayor del cuerpo	43,57 ± 7,15 (56,98 -30,98)	36,84 ± 16,0 (55,32 - 26,83)	-	-	11,0 -11,5	66,5 ± 0,7 (66,0 -73,0)	-
Diámetro del cuerpo. al anillo guía	38,43 ± 5,24 (48,63 - 31,00)	31,79 ± 9,6 (42,74 - 25,09)	-	-	-	-	-
Diámetro del cuerpo. a la base de la faringe	45,23 ± 6,48 (58,40 -34,76)	38,8 ± 16,5 (57,84 - 28,26)	-	-	40 - 47	-	-
Diámetro del cuerpo /a la vulva	44,89 ± 6,15 (55,84 - 48,41)	-	-	-	-	-	-
Anterior genital	-	-	-	-	-	-	-
Posterior genital	-	-	-	-	-	-	-
Distance from anterior end to vulva	754,32 ± 24,08 (795,2 - 730,2)	-	-	-	-	-	-
Diámetro Anal	33,86 ± 4,96 (40,7 - 26,03)	27,16 ± 10,9 (39,71 - 20,88)	-	-	-	46,0±5,7 (42,0-50,0)	-
Longitud de la cola	23,11 ± 5,82 (31,72 - 13,46)	21,82 ± 12,3 (34,80 - 10,38)	32-34	45,5 ± 3,6 (36,0-49,5)	22 (20 -24)	42,0 ± 5,7 (38,0-46,0)	21,3±3,8 (17,0 -23,5)
Parte de la cola hialina	9,27 ± 1,60 (11,50 - 6,26)	9,0 ± 5,4 (15,23 - 5,56)	-	9,6 ± 1,2 (7,0-12,0)	9 (8 -9,5)	-	9,5 ± 1,3 (8,0 -10,5)

En el análisis de conglomerado se observó que la población analizada agrupo en un clado cercano a la especie *X. costarricense* (Figura 8). Por otro lado, el ACP evidenció que los CP 1-3 presentan valores propios iguales o mayores a 1 y explican 99% de la varianza presentada, sin embargo, los CP1y CP2 permitieron separar claramente las especies, siendo los caracteres más discriminantes: los índices (a; c') longitud del cuerpo; porcentaje de la vulva (v%) total del estilete (odontoforo + odontoestilo).

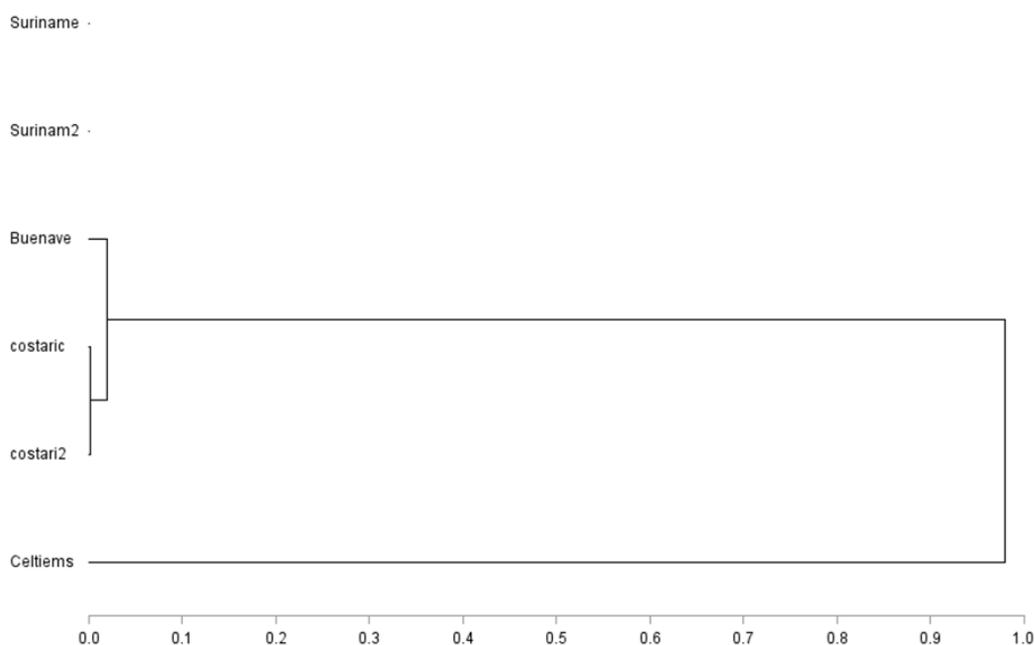


Figura 8. Población de estudio (Buenaventura) y las especies de referencia *X. surinamense* (*surinamense*; *surinam2*) *X. costarricense* (*costaric*; *costari2*) y *X. celtiense*.

Tabla 15. Valores propios y varianza total para cada componente principal

Componente Principal	Valores propios	Total, acumulado	% de varianza total	(%) acumulado de la varianza total
1	9,5	9,5	79	79
2	1,8	11,3	15	94
3	0,7	12	5.8	99.8

Tabla 16. Correlaciones entre los primeros tres componentes principales y los parámetros morfométricos de hembras en *Xiphinema*.

Vector	Carácter diagnóstico	CP1	CP2	CP3
1	L	0,32	0,02	-0,08
2	(a)	0,06	0,05	-0,04
3	(b)	0,00	0,00	0,00
4	V%	0,31	-0,11	-0,15
5	c	0,00	0,75	0,04
6	c'	0,18	-0,06	0,98
7	Longitud odontoestilo	0,37	0,50	-0,01
8	Longitud odontoforo	0,20	-0,26	-0,05
9	Total-estilete (odontoestilo + odontoforo)	0,35	0,28	-0,03
10	Diámetro Región labial	0,10	-0,08	-0,05
11	Apertura al anillo Guía	0,02	-0,08	-0,05
12	Longitud cola	0,09	-0,08	-0,05
13	Longitud de la cola Hialina	-0,01	0,08	0,05

8. Discusión de resultados

Es importante destacar que en Colombia existen escasas investigaciones que contribuyan al reconocimiento de la nematofauna fitoparásita de chontaduro, siendo este un estudio complementario a los llevados a cabo por otros autores. Los géneros de nematodos registrados en la presente investigación fueron *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Hemicycliophora* y *Meloidogyne*. Estos géneros fueron similares a los reportados por Arroyo et al., (2004).

Las densidades poblacionales más altas en esta investigación fueron para el género *Helicotylenchus* con 54 individuos/100 cc de suelo y en raíces con 47 individuos/10 g. Estos valores son inferiores en comparación con los reportados por Arroyo et al., (2004) quienes encontraron poblaciones máximas de 176 individuos/100 cc de suelo y 710 individuos/100 g en raíces. La presencia de *Helicotylenchus* en raíces y suelos está relacionado con el hábito de alimentación ectoparásito o semi-endoparásito (Ravichandra, 2014).

El segundo género con mayor densidad poblacional fue *Mesocriconema* con 26 individuos/100 cc de suelo y el tercer fue *Xiphinema* con 23 individuos/100 cc de suelo. Siendo este el primer registro en el cultivo de chontaduro.

El estudio presentó baja densidad poblacional de nematodos fitoparásitos. Sin embargo, se evidenció diferencias poblacionales entre las fincas de muestreo, debido a los diferentes sistemas de producción. En fincas con sistemas de producción asociados, la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos en suelo rizosférico fue del 50 % y en raíces del 80 %. En contraste, las fincas con sistemas de producción de monocultivo presentaron densidades poblacionales más bajas, en raíces con un 70 %. Cabe resaltar, que estas fincas fueron tratadas con agroquímicos para el control de plagas, enfermedades y malezas (Anexo 1). Según Hernández-Flores et al., (2013) los efectos de las prácticas agrícolas dedicada a las aplicaciones de agroquímicos afectan las poblaciones

microbianas benéficas que ayudan al control de microorganismos patógenos. Dicho esto, aunque las poblaciones fueron más bajas en las fincas de monocultivos, estas poblaciones podrían no tener control a través del tiempo. Ospina (2021) menciona las diversas afectaciones en los monocultivos de palmas africana en las cuales hace énfasis en la extinción de flora, fauna y transformaciones de los suelos. De acuerdo al análisis anterior, se evidencio que las fincas asociadas tuvieron mayor interacción con las poblaciones fitoparasitas.

La baja densidad poblacional de la nematofauna fitoparasita podría estar relacionada con los sistemas de cultivos asociados ya que establecen relaciones equilibradas entre microorganismos y diferentes especies agrícolas que coexisten (Altieri et al., 2013). Además, en la rizósfera de esta palma, proliferan hongos benéficos y agentes controladores de microorganismos patógenos en plantas (Riascos-Ortiz et al., 2011). En particular el hongo biocontrolador *Trichoderma* han sido catalogado como un buen agente controlador microbiano, que incluye la regulación poblacional de nematodos fitoparásitos y otros patógenos en plantas (Piedra-Naranjo, 2008).

Por otro lado, estas diferencias poblacionales también se deben a la relación planta-patógeno-ambiente, ya que están muy relacionado con la temperatura, humedad, aireación y texturas del suelo propiamente entendiendo que suelos ideales para dichos patógenos son texturas francas, estos factores alargan o acortan su ciclo biológico (Acosta & Paolini, 2006). Aunque no se tuvo en cuenta un análisis de suelo y de textura se tiene referencia sobre los suelos del pacífico colombiano donde predominan suelos de órdenes Inceptisol y Entisol, los cuales presentan texturas franco arcillosos y arcillosos. Estos suelos limitan la aireación y disminuye su densidad aparente causando inundaciones y limitando el desarrollo de estos microorganismos parásitos en plantas (Jiménez-Tovar, 2020; Castilla-Díaz et al., 2017).

De acuerdo a los géneros con mayor prominencia en la investigación, se realizaron las caracterizaciones morfológicas y morfométricas, disminuyendo la brecha en tal detalle hasta llegar a las especies más cercanas de referencia para cada uno de los géneros. Los principales géneros que se asociaron al cultivo de chontaduro fueron *Helicotylenchus*, *Mesocriconema* y *Xiphinema*, permitiendo actualizar la información para dicho cultivo en la región del Pacífico colombiano.

Las poblaciones del género *Helicotylenchus* que se identificaron en este estudio mediante el análisis morfológico y morfométrico fueron similares a las poblaciones tipo y de referencia de *H. californicus* (Riascos-Ortiz et al., 2020; Uzma et al., 2015; Van den Berg & Heyns, 1975; Sher, 1966). Las poblaciones presentaron características del individuo tipo: especímenes en posición de reposo en forma de espiral, región labial continua, cola corta con prolongación; orificio de la glándula dorsal esofágica DGO a menudo está más alejado de la base del estilete; vulva bien desarrolla (Sher, 1966; Uzma et al., 2015). De acuerdo con Van den Berg & Heyns, (1975) esta especie es identificada por presentar poblaciones con variaciones en forma de la cola con proyección ventral corta y con forma puntiaguda. El análisis de conglomerado basado en los datos morfométricos, evidentemente separó las especies de referencia *H. californicus* agrupándolas con las poblaciones de estudio, confirmando así la utilidad de dichos datos para identificar la especie más cercana. Con relación al ACP, los caracteres más discriminantes al separar las especies fueron: el índice c' , número de anillos de la cola y por último longitud de la cola, dichos caracteres son similares a lo reportado por (Riascos-Ortiz et al., 2020).

Igualmente se identificó una población de 13 individuos agrupados en el género *Mesocriconema* (Siddiqi, 2000) y similares a las poblaciones tipo y de referencia *M. kirjanovae* (Andrássy, 1965; Castillo & Vovlas, 1992; Cordero et al., 2012). Las poblaciones presentaron características morfológicas del individuo tipo: especímenes con cola notablemente adelgazada, los anillos de la punta de cola fueron más anchos que largos, labios con lóbulos sub-laterales distintos (Andrássy, 1965). De acuerdo al ACP y conglomerado basado en los registros morfométricos y caracteres diagnósticos utilizados como L, Longitud del estilete, posición de la vulva; anillos de la Vulva y VI/Vb (Castillo & Vovlas, 1992; Cordero et al., 2012). Claramente separó y discriminó estas especies de otras validas del género, agrupando las poblaciones de este estudio con las especies *M. kirjanovae*, evidenciando dicha especie como la más cercana.

Por último, se identificó la población del género *Xiphinema*, el análisis morfométrico y morfológico permitió la identificación de *X. costarricense* (Kimenju et al., 1981; Loof & Luc, 1990; Peraza-Padilla et al., 2017; Lamberti & Tarjan, 1973). De acuerdo con el ACP y conglomerado, las poblaciones de *X. costarricense* se agruparon con poblaciones de estudio teniendo en cuenta los datos morfométricos, evidenciando los caracteres más discriminantes: L, V%; a, c, c' y odonto-estilete. Estos caracteres fueron similares a los reportado por Peraza-Padilla et al., (2017) y Lamberti & Tarjan, (1973).

9. Conclusiones

1. *Helicotylenchus*, *Mesocriconema* y *Xiphinema* fueron los géneros con mayor prominencia relativa y distribución en las fincas de estudio.
2. Las muestras de suelos presentaron mayor densidad poblacional de los géneros anteriores y mayor presencia de la nematofauna fitoparasita.
3. Las primeras tres fincas presentaron las mayores densidades poblacionales de nematodos fitoparásitos.
4. La finca 2 entre todas las fincas de este estudio presentó la mayor población de la nematofauna fitoparasita.
5. Se logró caracterizar morfológica y morfométricamente las especies de mayor prominencia, estas fueron *Helicotylenchus californicus*, *Xiphinema costaricense* y *Mesocriconema Kirjanovae* basado en el ACP y conglomerados.
6. A nivel morfológico y morfométrico el número de anillos de la cola, el índice c', la longitud de la cola, la posición de la vulva, fueron determinantes para la identificación de especies dentro del género *Helicotylenchus*.
7. Para el género *Mesocriconema* los caracteres diagnóstico fueron L, Longitud del estilete, posición de la vulva; anillos de la Vulva y VI/Vb.
8. Para el género *Xiphinema* los caracteres diagnóstico fueron L, V%; a, c, c' y odonto-estilete.

10. Recomendaciones

Basado en los resultados del presente trabajo es necesario ampliar investigaciones como esta, ya que la población campesina carece de herramientas para el control eficaz de enfermedades en el cultivo de palma del chontaduro.

Se hace obligatorio propiciar espacios de investigación que permitan ampliar los conocimientos y divulgación de la información.

Se recomienda llevar la investigación a nivel molecular para obtener más precisión y certeza en el diagnóstico de las especies identificadas lo cual se está tratando este estudio.

Realizar estudios de parasitismo y climatológicas para determinar su influencia en las densidades poblacionales.

Anexo 1: Sistema de producción de las fincas de investigación

Antecedentes de las fincas, Sistema de producción, manejo de cultivo, temperatura en el corregimiento del Bajo Calima.

Corregimiento	Finca	Tipos de cultivos y Sistemas de producción	Manejo de cultivo	Pendiente	Condición agroecológica	Temperatura	Edad del cultivo
BAJO CALIMA	Medina	POLICULTIVO: musáceas; frutales; tubérculos.	Abonos orgánicos (Bio-preparados); fertilización (tripe 15; 30 10); control de arrieras (lorsban) control de acidez (cal agrícola) y mantenimientos de la finca (rocería con guadaña o manual "machete").	cultivo de vegas aluviales	Bosque húmedo tropical	30°C	8-7 años
	Don Fredy	POLICULTIVO: musáceas; frutales; tubérculos	Abonos orgánicos (Bio-preparados); fertilización (tripe 15; 30 10); control de arrieras (lorsban) control de acidez (cal agrícola) y mantenimientos ordinarios (rocería con guadaña o manual).	cultivo de vegas aluviales	Bosque húmedo tropical	30°C	10-5 años
	El chucho	POLICULTIVO: musáceas; frutales; tubérculos	Abonos orgánicos (Bio-preparados); fertilización (tripe 15; 30 10); control de arrieras (lorsban) control de acidez (cal agrícola) y mantenimientos ordinarios (rocería con guadaña o manual).	cultivo de vegas aluviales	Bosque húmedo tropical	30°C	6-5 años
	Chontaduro1 Chontaduro2	MONO CULTIVO: Chontaduro	Abonos orgánicos (Bio-preparados); fertilización (tripe 15; 30 10); control de arrieras (lorsban) control de acidez (cal agrícola) y mantenimientos ordinarios (rocería con guadaña o manual). aplicación de (insecticida; Cipermetrina) para el control de la plaga (<i>Rhynchophorus palmarum</i>) CADA 15 DIAS	colinas	Bosque húmedo tropical	30°C	5 años

Referencias

- Acosta, Y., & Paolini, J. (2006). Dinámica de la biomasa microbiana (C y N) en un suelo de la península de Paraguaná tratado con residuos orgánicos*. *MULTICIENCIAS*, 6(2), 180–187. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90460212>
- Agencia de Desarrollo Rural (ADR) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2019). Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con Enfoque Territorial, Distrito de Buenaventura. <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/BUENAVENTURA-TOMO-1.pdf>.
- Agronet-MinAgricultura. (2022). Sistemas de estadísticas agropecuarias. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/>.
- Altieri, M. A., Hecht, Susanna., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R., & Sikor, T. O. (2013). Sistemas de Policultivos. In *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable* (4º, pp. 184–195). Nordan. <https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
- Andrássy, I. (1965). Verzeichnis und Bestimmungsschlüssel der Arten der Nematodengattungen Criconemoides Taylos, 1936 und Mesocriconema n. gen. *Opuscula Zoologica*, 2, 153–171.
- Arboleda Riascos, C. (2022). Caracterización morfológica, morfométrica y molecular de *Pratylenchus* y *Radopholus* en *Musa* spp., en el eje cafetero y el Valle del Cauca, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Archidona-Yuste, A., Navas-Cortés, J. A., Cantalapiedra-Navarrete, C., Palomares-Rius, J. E., & Castillo, P. (2016). Remarkable diversity and prevalence of dagger nematodes of the genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Nematoda: Longidoridae) in

- olives revealed by integrative approaches. *PLoS ONE*, 11(11).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165412>
- Arroyo, C., Mora, J., Salazar, L., & Quesada, M. (2004). Dinámica poblacional de nematodos fitoparásitos en pejibaye (*Bactris gasipaes* K.) para palmito. *Agronomía Mesoamericana*, 15, 53–59.
<https://www.redalyc.org/pdf/437/43715108.pdf>
- Arroyo Carlos; Arauz Luis; Mora Jorge. (2004). Incidencia de enfermedades en pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth). *Agronomía Mesoamericana*, 15, 61–68.
<https://www.redalyc.org/pdf/437/43715109.pdf>
- Bongers, T., & Esquivel, A. (2015). *Manual morfología de los nematodos*.
<http://nemaplex.ucdavis.edu/Courseinfo/Curso en Espanol/Costa Rica Course/Esquivel ManualIdentif 2015.pdf>
- Buitrago Acosta, M. C., Montúfar, R., Guyot, R., Mariac, C., Tranbarger, T. J., Restrepo, S., & Couvreur, T. L. P. (2022). *Bactris gasipaes* Kunth var. *gasipaes* complete plastome and phylogenetic analysis. Mitochondrial DNA. Part B, Resources, 7(8), 1540–1544. <https://doi.org/10.1080/23802359.2022.2109437>
- CABI Compendium. (2019). *Bactris gasipaes* (Peach Palm). CABI Head Office, Wallingford, UK. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.8257>
- Campo Arana, R. O. (2014). Manejo de enfermedades en Cultivos Tropicales. In R. O. Campo Arana (Ed.), *Manejo de Enfermedades en Cultivos Tropicales*. Universidad de Córdoba. [file:///C:/Users/lfp/Downloads/MANEJODEENFERMEDADESENCULTIVOSTROPICALES-RODRIGOORLANDOCAMPOARANA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/lfp/Downloads/MANEJODEENFERMEDADESENCULTIVOSTROPICALES-RODRIGOORLANDOCAMPOARANA%20(1).pdf)
- Campos-Boza, S., Vinas, M., Solórzano-Cascante, P., Holst, A., Steinmacher, D. A., Guerra, M. P., & Jiménez, V. M. (2022). Somatic embryogenesis and plant regeneration from transverse thin cell layers of adult peach palm (*Bactris gasipaes*) lateral offshoots. *Frontiers in plant science*, 13, 995307.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.995307>
- Castilla-Díaz, E. E., Millán-Romero, E., Mercado-Ordoñez, J., & Millán-Páramo, C. (2017). Relación de parámetros edáficos sobre la diversidad y distribución espacial de nematodos de vida libre. *Revista Tecnología En Marcha*, 30(3), 24.
<https://doi.org/10.18845/tm.v30i3.3270>

- Castillo, P., & Vovlas, N. (1992). *Mesocriconema kirjanovae* (Nematoda: Criconematidae) from Southeastern Spain. *Journal of Nematology*, 24(1), 61–66. https://digital.csic.es/bitstream/10261/10403/1/JON_24_061.pdf
- Consejo Comunitario de la Etnia Negra de la Cuenca Baja del Río Calima. (2022). *Organización Internacional de las maderas tropicales*. https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2938/Project/PD%20554-09%20Rev.pdf
- Cordero, M. A., Robbins, R. T., & Szalanski, A. L. (2012). Taxonomic and Molecular Identification of *Mesocriconema* and *Criconemoides* Species (Nematoda: Criconematidae). *Journal of Nematology*, 44(4), 399–426. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3592372/>
- Corpoica. (1996). *El cultivo de chontaduro 1996 (1).pdf* (pp. 1–11). [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4909/2/El cultivo de chontaduro.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4909/2/El_cultivo_de_chontaduro.pdf)
- Costa, R. D. S. da., Rodrigues, A. M. da C., & Silva, L. H. M. da. (2022). The fruit of peach palm (*Bactris gasipaes*) and its technological potential: an overview. *Food Science and Technology*, 42, e82721. <https://doi.org/10.1590/fst.82721>
- Decraemer, W., Doucet, M. E., & Coomans, A. (1998). Longidoridae from Argentina with the description of *Paraxiphidorus brevistylus* sp. n. (Nematoda: Longidoridae). In *Fundam. appl. Nematol* (Vol. 21, Issue 4). <https://www.researchgate.net/publication/32969293>
- Eduardo Ospina Neira, J. (2021). *Análisis del impacto multidimensional del monocultivo de palma africana en las comunidades de Curvaradó y Jiguamiandó bajo Atrato Chocoano 1996 2005*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/economia/1688>
- Guarán Galvis, J y Serrano Bonilla, L. (2019). Estudio de viabilidad de exportación de chontaduro en conserva desde Colombia a Países Bajos. (trabajo de grado - pregrado). Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado de <http://red.uao.edu.co/handle/10614/11715>.
- González-Jaramillo, N.; Bailón-Moscoso, N.; Duarte-Casar, R.; Romero-Benavides, J.C. (2022). Peach Palm (*Bactris gasipaes* Kunth.): Producto básico tropical ancestral con potencial de futuro. *Plantas* 11, 3134. <https://doi.org/10.3390/plants11223134>
- González, U. (2013). *Diversidad de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de maíz en el municipio de Guasave* [INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

- CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD SINALOA]. [http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13160/Ulises Gonzalez Guitron..pdf?sequence=1](http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13160/Ulises_Gonzalez_Guitron..pdf?sequence=1)
- Graefe, S., Dufour, D., van Zonneveld, M., Rodriguez, F., & Gonzalez, A. (2013). Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. *Biodiversity and Conservation*, 22, 269–300. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0402-3>
- Guzmán Piedrahita, Ó. A., Castaño Zapata, J., & Villegas Estrada, B. (2012). *Principales Nematodos Fitoparásitos Y Síntomas Ocasionados En Cultivo*. 20(1), 38–50.
- Hernández-Flores Lina, Munive-Hernández, J. A., Sandoval-Castro, E., Martínez-Carrera, D., & Villegas-Hernández, C. (2013). Efecto de las prácticas agrícolas sobre las poblaciones bacterianas del suelo en sistemas de cultivo en Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4, 353–365. file:///C:/Users/lfp/OneDrive/Escritorio/Efecto_de_las_practicas_agricolas_sobre.pdf
- Hurtado Murillo, A. (2009). *Sistematización De Experiencias Productivas Con Población Retornada Y Acogida Del Consejo Comunitario De La Cuenca Baja Del Rio Calima Distrito De Buenaventura Departamento Del Valle Del Cauca*. Universidad del Pacífico.
- Isaac, J., & Hineostroza, R. (2019). *Determinación de los avances de la biotecnología aplicada a la propagación de Bactris gasipaes Kunth (Chontaduro) en Colombia* [Especialización en Biotecnología Agraria, Universidad Nacional Abierta y A Distancia – UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25554/jirivash.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jara Castagne, J. C. (2018). *Densidad poblacional e identificación de Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café (Coffea arábica L.), en el sector de la Divisoria, Provincia de Padre Abad, Ucayali*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI FACULTAD.
- Jiménez Tovar, E. (2020). *Estudio exploratorio de los Suelos Asociados al Crecimiento de Ciruela del Pacífico (Spondias dulcis) en la vereda Zacarías*

- corregimiento No. 8 Buenaventura* [Agrónomo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD].
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36795/ejimenest%20.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Kimenju, J., Sibanda, Z., Talwana, H., & Wanjohi, W. (1981). Nematology Training Manual. *Nematology Initiative for Eastern 6 Southern Africa (NIESA)*, 3, 1–128.
<https://www.nematologia.com.br/files/tematicos/6.pdf>
- Lamberti, F., & Tarjan, A. C. (1973). *Xiphinema costaricense* n. Sp. (longidoridae, nematoda) a new species of dagger nematode from Costa Rica. *Laboratorio Di Nematologia Agraria Del C.N.R.*, 1–11.
[file:///C:/Users/lfpred/Downloads/admin,+vol02-1a%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/lfpred/Downloads/admin,+vol02-1a%20(3).pdf)
- Loof, P. A. A., & Luc, M. (1990). A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Xiphinema* Cobb, 1913. (Nematoda: Longidoridae) with exclusion of the *X. americanum*-group. In *Systematic Parasitology* (Vol. 16).
- Luc, M., Sikora, R. A., & Bridge, J. (1990). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (Michel LUC Richard A. SIKORA John BRIDGE, Ed.). CAB International Institute of Parasitology.
[file:///C:/Users/lfpred/OneDrive/Escritorio/tropical%20crops%20luc%20y%20sikora%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/lfpred/OneDrive/Escritorio/tropical%20crops%20luc%20y%20sikora%20(1).pdf)
- Márquez Paz, E. (2020). Caracterización morfológica y molecular de dos especies de nematodos fitoparásitos de mayor prevalencia asociados al cultivo de piña en el Valle del Cauca, Colombia.
- Mekete, T., Sikora, R. A., Kiewnick, S., & Hallmann, J. (2008). Plant-parasitic nematodes associated with coffee (*Coffea arabica* L., rubiaceae) in Ethiopia. In *Nematropica* (Vol. 38, Issue 2).
<https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/64461>
- Múnera, G. E. (2008). Biodiversity of phytoparasitic nematodes associated with Musaceae and fruit crops in Colombia. Ph. D. Thesis. P 223.
- Múnera, G. E., Bert, W. y Decraemer, W. (2009). Morphological and molecular characterization of *Pratylenchus araucensis* n. sp. (Pratylenchidae), a root-lesion nematode associated with *Musa* plants in Colombia. *Nematologica*. 11, 799–813.
- Norton, D. C. (1979). Relationship Of Physical And Chemical Factors To Populations Of Plant-Parasitic Nematodes. *Phytopathol*, 279–299.
<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.py.17.090179.001431>

- Oliveira, C.M.G.; Brown, D.J.F.; Neilson, R.; Monteiro, A.R.; Ferraz, L.C.C.B.; Lamberti, F. (2003). The occurrence and geographic distribution of *Xiphinema* and *Xiphidorus* species (Nematoda: Longidoridae) in Brazil. *Helminthologia*, v.40, p.41-54.
- Ortega, L., Valencia, N., & Bastidas, S. (2004). Distribución de las raíces del chontaduro (*Bactris gasipaes* k.) en monocultivo para fruto, palmito y en asocio con otros cultivos. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 21(1), 1–10.
- Pardo-Locarno, L. C., Constantino, L. M., & Bustillo Pardey, A. (2019). Las plagas mas importantes del cultivo de palma de chontaduro *Bactris gasipaes* en la costa pacifica Colombiana. *SAP-INCIVA, March 2021*, 65–132. <https://www.researchgate.net/publication/349741149>
- Peña, E., Tolosa, W., Reyes, H., Quintero, E., Jaramillo, A., & Carabali, A. (2014). Manejo técnico para el establecimiento de viveros de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth). In *Manejo técnico para el establecimiento de viveros de chontaduro (Bactris gasipaes Kunth)*. Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria - Corpoica. <https://doi.org/10.21930/978-958-740-189-9>
- Peña Sanchez, R. R., & Páez Mendieta, J. E. (2014). Nematodos Fitopatógenos. *Inorganica Chimica Acta*, 18, 19–28. <https://virtual.uptc.edu.co/ova/fito/archivo/NEMATODOS.pdf>
- Peraza-Padilla, W., Archidona-Yuste, A., Ferris, H., Zamora-Araya, T., Cantalapiedra-Navarrete, C., Palomares-Rius, J. E., Subbotin, S. A., & Castillo, P. (2017). Molecular characterization of pseudomonodelphic dagger nematodes of the genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Nematoda: Longidoridae) in Costa Rica, with notes on *Xiphinema setariae* Tarjan, 1964. *European Journal of Plant Pathology*, 148(3), 739–747. <https://doi.org/10.1007/s10658-016-1124-2>
- Perez Tamayo, N. (2013). El Chontaduro del pacífico colombiano *Bactris gasipaes* H. B. K. *Agrotecnica y Diversidad*, 1(1), 10–12. <https://repositorio.unipacifico.edu.co/bitstream/handle/unipacifico/152/EI%20chontaduro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Piedra Naranjo, R. (2008). Manejo biológico de nematodos fitoparasitos con hongos y bacterias. *Tecnología En Marcha*, 21(1), 123–132.
- Ravichandra, N. G. (2014). *FUNDAMENTALS OF PLANT PATHOLOGY*. Department of Plant Pathology, University of Agricultural Science.

- Riascos-Ortiz., Donald, Mosquera-Espinosa., Ana. T., Varón de Agudelo., Francia y Muñoz-Florez., Jaime Eduardo. (2021). Importancia relativa de nematodos fitoparásitos asociados a *Musa* spp. y las interrelaciones entre los géneros de mayor valor de prominencia. *Fitopatología Colombiana* 45(1): 1-9
- Riascos-Ortiz, D., Gonçalves, C. M., Oliveira, D., & Eduardo, J. (2020). An integrative approach to the study of *Helicotylenchus* (Nematoda: Hoplolaimidae) Colombian and Brazilian populations associated with *Musa* crops. *JOURNAL OF NEMATOLOGY*, 52, 1–19. <https://doi.org/10.21307/jofnem-2020-054>
- Riascos, D., Mosquera Espinosa, A. T., Varón de Agudelo, F., Gonçalves de Oliveira, C. M., y Muñoz, J. E. (2019a). Morphomolecular characterization of Colombian and Brazilian populations of *Rotylenchulus* associated with *Musa* spp. *Journal of Nematology*. 51:13. DOI: 10.21307/jofnem-2019-047
- Riascos, D., Mosquera-Espinosa, A., Varón de Agudelo, F., Rosa, J. M. O., Oliveira, C. M. G., y Muñoz, J. E. (2019b). Morphological, biochemical, and molecular diagnostics of *Meloidogyne* spp. associated with *Musa* spp. in Colombia. *Nematropica*. 49:229-245.
- Riascos-Ortiz, D., Sarria-Villa, G. A., Varón de Agudelo, F., Gómez-Carabalí, A., & Mosquera-Espinosa, A. T. (2011). Reconocimiento de hongos con potencial benéfico asociados a la rizósfera de chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en la región Pacífico del Valle del Cauca, Colombia. *Acta Agronómica*, 60(4), 319–327. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169922450004>
- Ríos, M., & Pedersen, H. B. (1991). Las Plantas y el Hombre. In Ríos Montserrat & Borgtoft Pedersen Henry (Eds.), *Las plantas y el hombre: memorias del Primer Simposio Ecuatoriano de Etnobotánica y Botánica Económica [sic]* (Herbarioo QCA). ABYA-YALA. https://books.google.com.ec/books/about/Las_plantas_y_el_hombre.html?id=M45gAAAAMAAJ&redir_esc=y
- Sáenz, A. (2005). Aspectos generales e importancia del agente causal de anillo rojo General Aspects and Importance of the Causal Agent of Red Ring. *Cenipalma*, 26(2), 59–70. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1132>
- Salazar-Figueroa, L., Quesada-Badilla, M. (1999). Determination of the plant-parasitic nematodes associated with Peach Palm heart palm. In: Palmito de pejibaye

